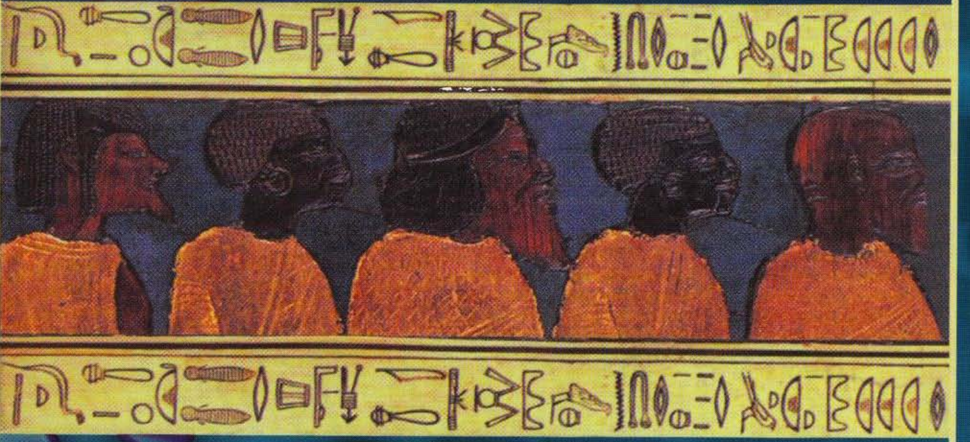
لغة الجينات

تــأليف : ســتيف جونـــز
ترجمــة : أحمـــد رمـــو
مراجعة : أ. عبد الحق عبود



علي مولا

۱۱۴۰۲۸

بسم الله الرحمن الرحیم

دار طـــــلاس
للدراسات والترجـمة والنشر
دمشـق - اوتسـتراد المزة. ص.ب: ١٦٠٣٥
هـاتـف : ٦٦١٨٠١٣ - ٦٦١٨٩٦١
تلفاكس : ٦٦١٨٨٢٠ - برقيا : طلاســدار

رَيـــع الــدّار
لهيئة مدارس أبناء وبنات الشهداء في الجمهورية العربية السورية

لغـــة الجينـــات

لغة الجينات = The Language of the genes/ ستيف جونز؛ ترجمة أحمد رمو؛ مراجعة عبد الحق عبود. ـ دمشق: دار طلاس، ٢٠٠٠. ـ ٢٨١ ص؛ ٢٥سم.

١ ـ ٥٧٣,٢١ ج و ن ل ٢ ـ العنوان ٣ ـ العنوان الموازي
٤ ـ جونز ٥ ـ رمو

مكتبة الأسد

رقم الايداع ٢٤٤٥/ ١٢/ ١٩٩٩ رقم الاصدار ٨١١

رقـم: ٤٦٠٠٥
تاريخ: ٢٣ /٩/١٩٩٩

جميع الحقوق محفوظة
لدار طلاس للدراسات والترجمة والنشر

الطبعة الأولى ـ ٢٠٠٠ م

الآراء الواردة في كتب الدار تعبر عن فكر مؤلفيها ولا تعبر بالضرورة عن رأي الدار

ستيف جونز

لغة الجينات

ترجمة

أحمد رمو

مراجعة الأستاذ

عبد الحق عبود

عنوان الكتاب باللغة الإنكليزيـة

STEVE JONES

The Language of the Genes

Biology, History and the Evolutionary Future

Flamingo
An Imprint of HarperCollins*Publishers*

المحتويـــــات

تصديـــــــــــــــر:	دفاع عالم رخويات	9
مقدمــــــــــــــــة:	بصمات التاريخ	13
الفصـــــــــل الأول:	رسالة من أسلافنا	29
الفصـــــل الثـــــاني:	قواعد اللعبة	45
الفصـــــل الثـــــالث:	تعديل تراث هيرودوت	59
الفصـــــل الرابـــــع:	تبدل أم انحلال	77
الفصـــــل الخـــــامس:	معركة الأجناس	91
الفصـــــل الســـــادس:	الساعات، والمستحاثات، والقرود	109
الفصـــــل الســـــابع:	الوقت والمصادفة	125
الفصـــــل الثـــــامن:	اقتصاديات جنة عدن	141
الفصـــــل التاســـــع:	ممالك قابين	157
الفصـــــل العاشـــــر:	خبير داروين في الاستراتيجية	173
الفصل الحادي عشـــر:	الحميات المميتة	189
الفصل الثـــاني عشـــر:	انتقام كاليبان	203
الفصل الثـــالث عشـــر:	أقرباء تحت الجلد	221
الفصل الرابـــع عشـــر:	تطور موجه	237
الفصل الخامس عشـــر:	خوف فرنكنشتاين	253
الفصل السادس عشـــر:	تطور اليوطوبيا	267

تصـديـــر

دفـاع عالـم رخـويــات

قضيت، لابل بددت، معظم سيرتي العلمية وأنا أعمل بالحلازين. ولذلك، قد يبدو غريبـا أن يقوم عالم رخويات بوضع كتاب حول علم الوراثة الإنساني. مـع ذلـك، لم تكـن شـدة اهتمـامي بالرخويات هي التي دفعتني إلى البحث الإنساني طالما أنني ما أزال قادرا عليه. بل إنني فكرت فعلا بالتخلي عن علم الحياة كمهنة في واحدة من المناسـبات القليلـة. كـان ذلـك عندمـا وجـدت نفسي لأول مرة مضطرا إلى تشـريح واحـد مـن تلـك الحلازيـن. وكـانت الحلازيـن، منـذ خمـس وعشرين سنة، من بين المخلوقات القليلة التي يمكن استخدام جيناتها في دراسـة التطـور. لأنـها تحمل فوق أصدافها بيان أسلافنا على شكل نماذج موروثة من اللون والارتباط. وعن طريق تعـداد الجينات في أمكنة مختلفة ومحاولة ربطها بالبيئة، يمكن للمرء أن يكون فكرة حول كيـف ولمـاذا تباعدت تجمعات الحلازين عن بعضها بعضا، أي كيف ولماذا تطورت.

في ذلك الوقت، كان القول بإمكانية سحب تلـك الفكـرة علـى الإنسـان يبـدو سـخيفا. ففـي الستينات، كانت الكتب المدرسية الخاصة بعلم الوراثة روتينية. فقـد كـانت تعـالج وراثـة شـكل حبة البازلاء، والحياة الجنسية للفطور، والمكتشفات الحديثة حول علم الحياة الجزيئي للحمات وتجمعاتها الجرثومية. ولم تكن تذكر الإنسان إلا نادرا، وإذا فعلت، فإنها تلحق فصلا موجزا في نهاية الكتاب لوصف أصول بعض الشذوذات كالناعور أو عمى الألوان.

يعزى جزء من هذا التحفظ حول الوراثيات الإنسانية إلى الجهل، أما الجزء الآخر فيعزى إلى مايحمله هذا الموضوع من كآبة. كانت دراسة الوراثة الإنسانية، في بداياتـهـا، مـأوى للمشـعوذين الذين كانوا في معظمهم من أصحاب الأغراض الشخصية. وكانت أشجار النسـب السـخيفة الـتي تزعم أنها تثبت وراثة الجريمة أو العبقرية هـي المعيـار. وسـار الجـهل والثقـة جنبـا إلى جنـب. وساند الكثيرون من علماء الأحياء فكرة أنه يمكن تحسين الجنس الإنساني عن طريـق الاسـتيلاد الانتقائي أو عن طريق التخلص من غير الصالح وراثيا. ووصل التزييف في علم الوراثـة الإنسـاني إلى نهايته الكارثية في التجربة النازية، وفي أفضل الأحوال، كان يعتبر أنه من غـير اللائـق أبـدا مناقشة طبيعة الاختلافات الموروثة بين الناس، وبقي هذا الاعتبار قائما فترة طويلة.

وبعد الحرب العالمية الثانية، تورطت الأمم المتحدة في نشر كتاب **بيان حول النوع** للأنثروبولوجي الأمريكي آشلي مونتاغ، وهو كتاب حاول مؤلفه أن يضع حدا لبعض الخرافات الوراثية. قرأت ذلك الكتاب وكنت مأأزال طالبا، فوجدته غير مقنع وصعب فهمه، مع أن رسالته الليبرالية كانت واضحة بما فيه الكفاية. وفي قراءتي الثانية للكتاب مؤخرا، تبين لي لماذا حاول مونتاغ مخلصا أن يمضي بشرف إلى الحرب دون سلاح. وببساطة، لم تكن المعطيات اللازمة لفهم التطور الإنساني متوفرة في ذلك الوقت، وكان الأمل في توفرها في المستقبل يبدو ضئيلاً.

ولكن كل شيء تبدل اليوم. فالكائنات الإنسانية، بعيدا عن كونها تلك المجاهيل الكبيرة في العالم الوراثي، باتت هي أدوات عمله. وأصبحنا نعرف عن النماذج الجغرافية للجينات عند الناس في أنحاء العالم أكثر مما نعرفه عن الجينات عند أي مخلوق آخر (ماتزال الحلازين تأتي عرضا في المرتبة الثانية). وسيكون لدينا في حوالي العام 2000 سلسلة كاملة مؤلفة من ثلاثة آلاف مليون رسالة في أبجدية الدنا* DNA التي تساهم في تركيب الكائن الإنساني. وتم حتى الآن قراءة مايكفي من الرسالة الوراثية، الأمر الذي يبين أن التوجيهات أكثر تعقيدا مما كنا نظن. وهذه المعرفة أكبر من كونها مجرد اهتمام علمي. ولسوف يموت اثنان من كل ثلاثة أشخاص يقرؤون هذه الكلمات لأسباب تتعلق بالجينات التي يحملونها؛ والأمل في شفاء المرض الوراثي معقود على علم وراثة جديد (وحتى هذه اللحظة ليس هناك من أمل سواه). وبدأنا ندرك أيضا ماذا يعني الجنس Sex فعلا، ولماذا نعمر ونموت، وكيف تشترك الطبيعة والتنشئة لجعلنا على مانحن عليه.

قبل كل شيء، لعلم الحياة رؤى متغيرة فيما يخص مكاننا في الطبيعة. وأخيرا، أصبحت طريقة القرابة واضحة بين بني الإنسان والحيوانات الأخرى، ومتى وأين ظهروا لأول مرة على سطح الأرض. ودراسة الوراثة تبعث الحياة من جديد في نظرية التطور. ويعتقد معظم الناس أنهم تحدروا من أسلاف أكثر بساطة، ولكن من الصعب الإشارة إلى ذلك. وكما قال توماس هنري هكسلي، وهو أكبر مناصر لأفكار داروين في العصر الفيكتوري، حول فكرة التطور: 'إنها لنهاية معروفة أن تبدأ الحقائق الجديدة كهرطقات وتنتهي كخرافات'. ولكن علم الوراثة أنقذ داروين من هذا المصير. لأنه أبطل كثيرا من الخرافات المتعلقة بنا. وأخيرا، أصبح هناك فهم حقيقي للنوع، وتلاشت إلى الأبد الفكرة القديمة السيئة الصيت التي تقول بتقسيم الناس في العالم إلى وحدات متميزة بيولوجيا. وقد تكون الانفصالية Separatism كسبت شعبية جديدة بين

---

* الدنا DNA: اختصار لـ Deoxyribonucleic acid وهو الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين. المترجم

الجماعات العرقية التواقة لإثبات هويتها الخاصة، ولكن القائلين بها لايمكنهم التعويل على علم الوراثة لتأييد وجهات نظرهم.

لم تقدم النظريات العلمية جميعها، من حيث الجوهر، حلا لكل شيء. فالعلم لم يستطع أن يقدم جوابا عن الأسئلة التي يطرحها الفلاسفة أو الأطفال: لماذا نحن هنا، وما الهدف من وجودنا على قيد الحياة، وكيف يجب علينا أن نتصرف؟ وعلم الوراثة لم يجب بشيء تقريبا حول السؤالين التالين: ماالذي يجعل الناس أكثر من مجرد آلات تحركها البيولوجيا، وما الذي يجعلنا من بني البشر؟ قد تكون هذه الأسئلة مهمة، ولكن العلماء ليسوا أكثر كفاءة من الآخرين للتعليق عليها. عانى علم الوراثة الإنساني في أيامه الباكرة، إلى حد كبير، من الاعتداد بالذات. وفشل في إدراك حدوده. فعادت عليه المعرفة بالخزي، شأنه في ذلك شأن العلوم الأخرى؛ ولكن الوعي الحديث الذي كونه سيثير أيضا مشكلات اجتماعية وأخلاقية قلما تمت دراستها قبل الآن.

يتناول البحث في هذا الكتاب مايمكن، وما لايمكن، لعلم الوراثة أن يقوله لنا حول أنفسنا. ويشير عنوانه، **لغة الجينات**، إلى التشابه الذي يدور حوله، والتوازي بين التطور البيولوجي وتطور اللغة.

الخصائص الوراثية لغة في حد ذاتها، أي مجموعة من التوجيهات الموروثة التي تنحدر من جيل إلى جيل. لها مفرداتها، وقواعدها، وأدبها. مفرداتها الجينات، وقواعدها هي تلك الطريقة التي يجري فيها تنظيم المعلومات الوراثية، أما أدبها فيتألف من آلاف التوجيهات اللازمة لإبداع كائن إنساني. تقوم هذه اللغة على أساس جزيء الدنا DNA، ذلك الحلزون المزدوج المعروف، الذي أصبح أيقونة القرن العشرين. اللغات والجينات تتطور. وفي كل جيل تحدث أخطاء في النقل، وبمرور الزمن، تتراكم اختلافات تكفي لإنتاج لغة جديدة، أو شكل جديد من أشكال الحياة. وكما تكشف اللغات الحية وآثارها الأدبية قدرا كبيرا حول سالفاتها المندثرة، كذلك تهيء لنا الجينات والمستحاثات إدراك الماضي البيولوجي. نبدأ بتعلم قراءة لغة الجينات، فنقرأ فيها بعض الأمور المرعبة حول تاريخنا، وحالتنا الحاضرة ومستقبلنا أيضا.

ظهر هذا الكتاب من سلسلة محاضرات رايث التي نقلتها محطة هيئة الإذاعة البريطانية في أواخر عام 1991. وكانت تلك المحاضرات قد بدأت مع الفيلسوف برتراند راسل في عام 1848(ويجادل بعضهم في أنها راحت تنحدر منذ ذلك الوقت). وأنا لاأتطلع إلى مقارنة نفسي بالمشهورين من أسلافي ولكنني آمل أن تنهض المحاضرات–والكتاب، بما يستحقه هذا الموضوع، لاسيما وأنه الأكثر جاذبية في العلم الحديث. وتتعرض هيئة الإذاعة البريطانية للنقد من قبل أولئك الذين يهدفون إلى أن يصبحوا أغنياء عن طريق تقطيع أوصالها. وربما ساعدت

محاضراتي، ببساطة أسلوبها، على إظهار أن تلك الهيئة مازال يمكنها القيام بواجباتـها، الـتي استهلها اللورد رايث، من حيث التوجيه، والتثقيف، والتسلية. وكلمة تسلية لانتوقع استخدامها في مسلسل يدور حول مسائل علمية، ولكن هذا الاستخدام يبرره عدد من الشاذين والحمقى الذين جمّلوا أو عابوا تاريخ علم الوراثة الإنساني. وسيظهرون، على نحو متقطع، في هذه الصفحات على أمل بعث الحيوية في رواية مختلفة صريحة.

كانون الأول 1993

ستيف جونز

بصمات التاريخ

نجح ألفونس برتيون، المخبر السري الفرنسي الشهير، في عام 1902، في الكشف عن جريمة مريعة ارتكبت في مدينة باريس، عن طريق استخدامه لنموذج من العلوم التطبيقية الحديثة، وهو نموذج زرع الرعب في أوساط عالم الإجرام. وبعد ثلاث وثمانين سنة، قتلت فتاتان قرب قرية ليسستر شاير في ناربورو. ومن جديد، يكتشف المجرم عن طريق التقدم العلمي، ولكن الآلية التي استخدمت كان يمكن أن تدفع برتيون إلى الحيرة. وهاتان الحادثتان تربطان بين التطورات القديمة والحديثة التي طرأت على علم الوراثة الإنساني.

ألقي القبض على القاتل الباريسي لأنه ترك بصمة إصبعه في مسرح الجريمة. ولأول مرة، تستخدم تلك البصمة كدليل على هوية الجاني. جاءت هذه الفكرة من بلاد اليابان القديمة، حيث كان أثر الإصبع المضغوط في الصلصال يدل على هوية الخزاف. وألقي القبض على مجرم ليسسترشاير بالطريقة نفسها. فقد بحث الاختبار الحديث عن الاختلافات الفردية في المادة الوراثية المتخلفة في مسرح الجريمة. وهكذا، كانت "بصمة الدنا" هذه فريدة في تعبيرها عن الشخصية، كدليل برتيون الحاسم أو علامة الخزاف الياباني. وكما هي العادة، كانت الحياة الواقعية أكثر تعقيدا من العلم. فقد ألقي القبض على القاتل، وهو خباز يدعى كولين بتشفورك، لمجرد استبعاد بصمات الدنا لشاب كان أدلى باعتراف كاذب وبعد أن عمل بتشفورك على إقناع أحد أصدقائه بإعطاء عينة دموية زائفة نيابة عنه.

فرنسيس غالتون، قريب داروين، هو أول من جاء بفكرة استخدام بصمات الأصابع في ملاحقة المجرمين. فهو الذي أسس المختبر الذي أعمل فيه اليوم في الكلية الجامعية في لندن، وهو أول معهد لعلم الوراثة الإنساني في العالم. وأجدني أقوم يوميا بدراسة مجموعة من مخلفاته الأثرية التي تتضمن صفوفا من البذور التي تظهر التشابه بين الآباء والأبناء، ونسخة قديمة من جريدة التايمز وحاسبة نحاسية يمكن إخفاؤها في راحة اليد.

كل شيء يذكرني به. فقد كان، إضافة إلى كونه أحدث ثورة في عمل المخبرين السريين، أول شخص ينشر خريطة للطقس، والشخص الوحيد الذي وضع خريطة للجمال في بريطانيا، تقوم على أساس تصنيف النساء المحليات سرا وفقا لمقياس مدرج من 1-5 (كانت أدنى درجة في أبردين عرضا).

وكما تكشف ترجمة حياته، كان دائما غريب الأطوار، ويتبين هذا من عناوين عدد من مقالاته العلمية الثلاثمئة: حول نظارات الغواصين؛ وتحقيقات إحصائية في فعالية الصلاة؛ والهراء والرجال؛ والتورد العادي الناجم عن الإثارة؛ وتخيلات الأشخاص أصحاب العقول السليمة؛ نسب حشرة العث؛ وعلم الحساب عن طريق الشم؛ وثلاثة أجيال من القطط المجنونة؛ والفريز علاج للنقرس؛ وتقسيم كعكة مستديرة على أسس علمية؛ والمزاج الطيب والسيء عند العائلات الإنكليزية؛ والحساسية النسبية في قفا العنق عند الرجال والنساء. قام غالتون برحلات كثيرة في أفريقيا، وكان ينظر إلى السكان المحليين بشيء من الازدراء ويقيس أرداف النساء مستخدماً السدسية[1] ومبادىء المعاينة.

جاء غالتون بفكرة أنه يجري ترميز Code الصفات الإنسانية إلى إرث فريد يتلقاه كل شخص من أسلافه، الأمر الذي أدى إلى الثورة التي يشهدها علم الوراثة الإنساني في الوقت الحاضر. واهتم، بشكل خاص، بوراثة العبقرية (المرتبة التي كان يصنف نفسه فيها). وفي كتابه **العبقرية الوراثية**، عام 1869، درس أسلاف شعب مميز، فاكتشف ميلاً للـ "العبقرية"، كما سماه، يظهر مرة إثر أخرى في الأسرة نفسها. وهذا يُظهر، حسب رأيه، أن تلك الطاقة فطرية وليست مكتسبة. وكان أول من حاول ترسيخ نماذج الوراثة الإنسانية عن طريق تعيين صفات محددة بوضوح-كأن يصبح الشخص (أو يفشل في أن يصبح) قاضياً-أكثر من التفكير بصفات غامضة كالموهبة الموسيقية وعدم البراعة.

لو تهيأت لغالتون وأتباعه معرفة مايقدمه علم الحياة في الوقت الحاضر لاعترتهم الدهشة. فقلما كان علم الوراثة قريباً من فهم ميزات كالعبقرية (نادراً ماهتم العلماء المعروفون بالعبقرية)، مع ذلك، نجده في هذه الأيام يجتاز طوراً انفجارياً. وتستخدم بصمات الدّنا بصورة روتينية في القضايا الإجرامية وهناك خطط ـــ يرفضها المتحررون المدنيون ـــ في الولايات المتحدة وأوروبا لبناء أسس المعلومات في هذه المعرفة. وتم إدخال التغيير نفسه إلى الحقل الطبي. فالنماذج الشخصية للدّنا يمكنها اقتفاء أثر الجينات

---

[1] - آلة لقياس ارتفاع الأجرام السماوية من سفينة أو طائرة. المترجم.

المعطوبة، الأمر الذي يتيح للآباء أن يختاروا المجازفة لإنجاب طفل يحمل مرضا خلقيا. ونعرف أكثر من خمسة آلاف من هذه الأمراض، وإذا أضفنا إليها كل الأمراض (كالسرطان ومرض القلب) ذات المكون الوراثي، فإن معظم الناس يموتون بسبب الجينات التي يحملونها.

لا يقتصر مايقدمه علم الحياة على مجرد الكشف عن مصيرنا الفردي. فالجينات تظهر أن بني البشر يشتركون في الكثير من إرثهم مع مخلوقات أخرى. وقد اكتشف غالتون بالذات (وتم توضيح هذا عن طريق لصق البصمة المناسبة قرب البصمة التي أعدها غلادستون، الوزير الأول) أن قردة الشمبانزي تحمل بصمات للأصابع. وبتنا نعرف اليوم أن قدرا كبيرا من الدنا عندها مشابه للدنا عندنا. كل هذا يوحي بأن هناك قرابة وثيقة بين الإنسان وهذه القردة. وأننا نشارك في جيناتنا كثيرا من مختلف المخلوقات كالفئران، والموز، والجراثيم.

علم الوراثة هو مفتاح الماضي. ولا بد من أن يكون لكل جينة سلفا. هذا يعني أن نماذج الاختلاف الموروثة يمكن أن تستخدم لتجميع صورة أكثر كمالا للتاريخ من الصورة التي تؤخذ من أي مصدر آخر. فكل جينة هي رسالة من أجدادنا وتتضمن مجتمعة قصة التطور الإنساني كاملة. وكل واحد هو مستحاث حي يحمل داخل ذاته سجلا يعود إلى بدايات الإنسانية وإلى أبعد من ذلك بكثير. إن أكثر الملامح شهرة في ***أصل الأنواع*** يعبر عن الأمل في "تسليط الضوء على الإنسان وأصوله". "يشترك بنو الإنسان والمخلوقات الأخرى في أصل واحد". هذا التلميح الذي أطلقه داروين، أصبح اليوم مقبولا لدى كافة علماء الأحياء، والدنا هو السبب الرئيسي لهذا القبول.

يصف داروين التطور، أي ظهور أشكال جديدة من الحياة عن طريق تغيير الأشكال الموجودة سابقا، على أنه انتقال مع التعديل. ويمكن استخدام التعبير نفسه فيما يخص اللغة. فبسبب الطفرة، تتعرض لغة الجينات للتحريف أثناء التحول. كنت في صباي أجد تسلية في قصة أمر أعطي إلى جنود في خنادقهم[1]"أرسلوا تعزيزات، سوف نتقدم!" فتحول هذا الأمر وهو ينتقل من رجل إلى آخر ليصبح[2]"أرسلوا ثلاثة وأربعة بنسات، سنذهب إلى حفلة راقصة!". تظهر هذه الحكاية البسيطة كيف يمكن للمصادفات في نسخ رسالة وراثية أن تؤدي إلى التغيير.

---

[1] send reinforcements, we're going to advance.

[2] send three and fourpence, we're going to a dance

يدور هذا الكتاب حول الوراثة، وحول التطور: حول دلائل ماضينا وحاضرنا، ومستقبلنا. تلك الدلائل التي يحتويها كل منا. وتتألف لغة الجينات من أبجدية بسيطة، هي فقط أربعة حروف، الستة وعشرين. هذه الأحرف هي الأسس الأربعة المختلفة للدنا-الأدينين Adenine، والغوانين Guanine، والسيتوسين Cytosine، والثيمين Thymine (واختصارا A, G, C, T). ورتبت هذه الأسس في كلمات مؤلفة من ثلاثة أحرف مثل: CGA أو TGG. وترمز الكلمات، في معظمها، لمختلف الحموض الأمينية التي تجتمع مع بعضها بعضاً لتكوين البروتينات، أي أحجار البناء في الجسم.

لغة الوراثة اقتصادية، ويدل على ذلك شاهدٌ غريبٌ من كتاب يدعى **غادسباي**، كتبه أرنست رايت في عام 1939: " سأبين لهم كيف وَجَدَت عصبةٌ من الشباب الأذكياء بطلاً، رجلاً عنده صبيان وبنات، رجلا ذا شخصية مسيطرة وسعيدة جداً، إلى درجة أن الفتى ينجذب إليه كما تنجذب الذبابة إلى زبدية السكر[1]". يبدو هذا غريباً إلى حد ما، وكذلك هي الحال مع بقية الكتاب المؤلف من خمسين ألف كلمة. لأن الشاهد المذكور، لابل وكامل الكتاب لايحتوي على حرف e. يعني هذا أنه يمكن للمرء أن يكتب جملة ذات مغزى مستخدماً خمسة وعشرين حرفاً بدلاً من ستة وعشرين، ولكن بصعوبة. أما الحياة فتتدبر أمرها بأربع كلمات فقط.

ومع أن المفردات الموروثة بسيطة، فإن رسالتها طويلة جداً. لأن كل خلية من خلايا الجسم تحتوي على مايقرب من ستة أقدام (القدم =30.48 سم-المترجم) من الدَّنا. لاتفيدنا هذه الحقيقة بشيء ولكنها ممتعة. فلو قُيِّض للدَّنا في جميع الخلايا عند كائن إنساني واحد أن يُمَطَّ لَوَصَل إلى القمر وعاد منه ثمانية آلاف مرة. هناك، في الوقت الحاضر مشروع، هو مشروع المَجين[2] Genome الإنساني، لقراءة رسائل الدَّنا ثلاثة الآلاف مليون بالكامل ونشر كتاب قد يكون مملاً أكثر من أي كتاب كُتِب حتى الآن؛ لأنه سيكون أكبر من الموسوعة البريطانية بـ 12 مرة. وهناك خلاف كبير حول طريقة المباشرة بقراءة الرسالة، وحتى حول ما إذا كانت تستحق القراءة. ولربما كانت كذلك. أرسلت الأميرالية[3] البيجل[4] إلى أمريكا الجنوبية مع داروين على متن سفينة،

---

[1] I am going to show you how a bunch of bright young folks did find a champion, a man with boys and girls of his own, a man of so dominating and happy individuality that youth was drawn to him as a fly to to a sugar bowl.

[2] ــ مجموعة الصبغيات (وتتبعها الجينات طبعاً) التي تورث كوحدة من أحد الأبوين. المترجم

[3] ــ مبنى وزارة البحرية في بريطانيا. المترجم

[4] ــ نوع من كلاب الصيد. المترجم

لا بسبب الاهتمام بالتطور، ولكن لأنهم أدركوا أن أول خطوة على طريق فهم العالم، والسيطرة عليه، إذا واتى الحظ، تبدأ بوضع خريطة له. ويصح الشيء نفسه بالنسبة للجينات. ولكن وضع خريطة كهذه سيكون مكلفا، وستصل الكلفة إلى أكثر من كلفة غواصة ذرية من نوع ترايدنت. كما أن المهمة ستكون مملة على نحو مذهل بالنسبة لأولئك الذين سيضطلعون بها، مع ذلك، سوف ينشر أحدهم، بعد نهاية القرن مباشرة، معجما وراثيا حول الكائن الإنساني. وإذا تحرينا الدقة، ستكون هناك خريطة من نوع مستر أفيريج-خريطة ذكر طبعا-لأن المعلومات ستأتي من نتف قصيرة من الدنا عند العشرات من مختلف الناس.

الأفكار الجبارة، كأفكار الوراثة والتطور، تجتذب الأساطير. أسس غالتون، متأثرا بدراساته حول العبقرية، علما هو (إذا جاز التعبير) علم تحسين النسل. وكان يهدف، بصورة رئيسية، إلى كبح معدل ولادة غير الصالح وتحسين السلالة عن طريق تعزيز الطاقة الإنتاجية عند الصالح بالزيجة المبكرة بين المواشي النخبة. وبعمله هذا، دخل غالتون بعلم الوراثة إلى زقاق مسدود ولم يخرج منه على مدى نصف قرن. ومات مخلفا خمسة وأربعين ألف جنيه استرليني لإنشاء المختبر الوطني لعلم تحسين النسل في الكلية الجامعية في لندن، ومئتي جنيه أخرى لخادمه الذي عمل في خدمته على مدى أربعين سنة. وسرعان ماتغير اسم المختبر ليصبح مختبر غالتون هربا من الوصمة التي عرف بها والمتعلقة بتحسين النسل. ولا نعرف شيئا عما جرى لذلك الخادم.

كان لأفكار غالتون المتعلقة بتحسين النسل ومفاهيم داروين الارتقائية تأثير عميق على الحياة الفكرية والسياسية في القرن العشرين. لأنها أثرت على اليمين واليسار، وعلى التقدميين والرجعيين. وواصلت تاثيرها بشكل صريح أو ضمني. وتأثر بأفكار داروين وغالتون، في **أصل الأنواع** و**العبقرية الوراثية**، كثير من الأشخاص المختلفين في الظاهر، في حين جمع بينهم شيء واحد هو الإيمان بعلم الحياة كقدر، وتأثير الجينات على الناس الذين يحملونها.

يقع ضريح كارل ماركس، وهو من أكثر الأضرحة شهرة، في مقبرة هاي غيت، في لندن، على بعد ميلين إلى الشمال من مختبر غالتون. والنقش الموجود عليه معروف تماما: "الفلاسفة وحدهم يفسرون العالم. ولكن تغييره هو الهدف". وسرعان مااستخدمت الداروينية في محاولة لإجراء هذا التغيير. فقام هربرت سبنسر بتأسيس الداروينية الاجتماعية، وهي الفكرة التي تقول إن الفقر والثروة محتومان، طالما أنهما يمثلان القوانين البيولوجية التي تحكم المجتمع. ودفن سبنسر بجوار ماركس، ولا يفصل بينهما سوى الممر. كان سبنسر مشهورا في عصره. فقد جاء في نعي التايمز له: "فقدت انكلترا واحدا

من أكثر أبنائها شهرة وتأثيرا" . ويذكر اليوم فقط بسبب عبارته الشهيرة "بقاء الأصلح"، ولابتكاره كلمة "تطور" . كان يكتب بصفاء فيلسوف حقيقي: "التطور هو تكامل المادة والتغيير المصاحب للحركة؛ وتنتقل المادة أثناءه من تجانس متنافر غير محدد، إلى تغاير محدد متماسك، وذلك من خلال تواصل التمايز والتكامل" .

استخدم سبنسر ***أصل الأنواع*** كبرهان على تجاوزات الرأسمالية في القرن التاسع عشر. وتأثر قطب صناعة الفولاذ أندريو كرينجي بالفكرة التي تقول إن التطور يبرر الظلم. ووجه دعوة إلى هربرت سبنسر لزيارة بتسبورغ. وأجاب الفيلسوف على رؤية نظرياته تتحقق في حقل الخرسانة بالقول "إقامة ستة أشهر هنا تسوغ الانتحار" .

وغالتون أيضا كان مؤيدا للتداخل في التطور الإنساني. ومن هنا جاءت مساندته لفكرة استيلاد الأصلح وتعقيم أولئك الذين لاتحظى وراثتهم باستحسانه. ترافقت حركة علم تحسين النسل باهتمام فعال بمن لم يولدوا بعد مع رفض وحشي لحقوق الأحياء، وهو ترافق غير موجود في هذه الأيام. اهتم غالتون بصورة رئيسية بالوراثة على اعتبارها وسيلة للحكم على نوعية مواطنيه وتفادي الانحطاط الوشيك للنوع الإنساني. وزعم أن عائلة العبقري تنجب أطفالا أقل وتضع في حسابها أهمية ذلك بالنسبة للأجيال القادمة. كان دون أولاد، وربما كانت هذه الحالة هي التي ساعدته على إظهار قلقه.

يشترك الكثيرون من علماء تحسين النسل القدامى ببعض الصفات الوراثية الرفيعة، كالثروة، والثقافة، والمركز الاجتماعي. فقد أحرز فرانسيس غالتون ثروته من عائلته (وهذا نادر تقريبا) التي تنتمي إلى أوساط مصنعي السلاح من طائفة الكويكرز. فطغى على برنامج حركتهم شعار البقاء للأغنى. وكان علماء تحسين النسل الآخرون يساريين. وادعى جورج برنارد شو، في لقاء كان يحضره غالتون في أواخر سنوات حياته، أن "الرجال والنساء يختارون شركاءهم بعناية أدنى بكثير مما يختارون محاسبيهم وطباخيهم" . وكتب فيما بعد أن "الإبادة يجب ان تقوم على أسس علمية إذا أريد لها أن تنجز بصورة إنسانية وتسويغية وعامة أيضا" . لاشك في أن شو كان يمثل دوره كصبي سيء من الطبقة الأرستوقراطية، ولكن الحوادث اللاحقة جعلت تمثيله يبدو أقل إمتاعا مما كان عليه في وقت ما.

كان لحركة علم تحسين النسل تأثير واقعي في الولايات المتحدة أكبر منه في بلد غالتون الأم. ففي عام 1898، تم تعيين تشارلز ديفنبورت، وكان آنذاك أستاذ علم الحياة النشوئي في هارفارد، كمدير لمختبر كولد سبرينغ هاربر، في لونغ آيلاند ساوند. ركز هذا المختبر في البداية على دراسة "الاختلاف الطبيعي عند حيوانات الميناء، والبحيرات،

والغابات، وإنتاج الشذوذات" . فأنجز جانبا من أكثر الأعمال أهمية بالنسبة لعلم الحياة في مطلع القرن العشرين.

مع ذلك، سرعان ما قررت السيدة هاريمان، أرملة أحد أثرياء الخطوط الحديدية، تخصيص جزء من ثروة زوجها المتوفي لدراسة التقدم الإنساني. وهكذا، تم بناء مكتب لسجل علم تحسين النسل قرب المختبر الأصلي. واستخدم أكثر من مئتي عامل ميداني لجمع السلالات. وتضمنت سجلاتهم الوراثية، التي بلغ عددها سبعمئة وخمسين ألفا، دراسات حول المرض الوراثي وعمى الألوان؛ ولكنها سجلت أيضاً وراثة صفات، مثل الخجل، والإملاق، والبداوة، والكسل.

أثر عمل ديفنبورت، بصورة عميقة، على المجتمع الأمريكي. ففي مطلع هذا القرن، كان هناك نواد خاصة بعلم تحسين النسل تقدم جوائز للعائلات الأصلح، ودخل اسم "يوجين Eugene[1]" -أي الكريم المحتد- إلى اللغة الإنكليزية، وأهم من ذلك، أن علم الطب أصبح يهتم فيما إذا كان واجبه للمستقبل يرجح على مصالح هؤلاء الذين هم على قيد الحياة اليوم. وتم تعقيم خمسة وعشرين ألف أمريكي خوفا من أن ترث عنهم الأجيال القادمة عقولا ضعيفة أو إجرامية. وقارن أحد القضاة عملية التعقيم بعملية التلقيح، وكان يقول: " تكفينا أجيال ثلاثة من المعتوهين" . وقال أيضا "المصلحة العامة تلغي الحقوق الفردية" .

وكان قائد سياسي آخر يتبنى أفكارا مماثلة "التكاثر السريع غير الطبيعي لجماعات المعتوهين ومختلي العقول، الذين يتزاوجون كما هي الحال بين كافة السلالات المزدهرة، والنشطة، والراقية، يشكل خطرا قوميا وعرقيا لايطاق تفاقمه. وأعتقد أنه يجب قطع وسد النبع الذي يغذي تيار الجنون قبل مضي سنة أخرى" . هذه كلمات ونستون تشرشل عندما كان وزيرا للداخلية في عام 1910. ولكن الحكومات البريطانية المتعاقبة اعتبرت هذه القناعات حماسية جدا، ولذلك لم تنشر حتى عام 1992.

عالم الأجنة الألماني، إرنست هيكل، واحد من أتباع غالتون وتأثر إلى حد بعيد بـ **أصل الأنواع**. كان مؤيدا عنيفا لنظرية النشوء والارتقاء. أدرك الفكرة القائلة بأن كل حيوان، خلال نموه الجنيني، يعيش من جديد ماضيه التطوري، وكان فرويد قد تأثر بهذه الفكرة. كان هيكل أكثر من عالم أحياء. فكان متحمسا للتغيير الاجتماعي. وقادته

[1] ـ لصلته بكلمة eugenics، أي علم تحسين النسل. المترجم

قراءته لغالتون وداروين وإيمانه بالوراثة كقدر إلى تأسيس عصبة الأحدية [2]، التي انضم إلى صفوفها في المانيا آلاف الأعضاء قبل الحرب العالمية الأولى. دافعت هذه العصبة عن تطبيق القوانين البيولوجية على المجتمع، وخصوصا بالنسبة للأصلح من بعض السلالات-على افتراض أنها ذات إرث بيولوجي نقي-على حساب السلالات الأخرى. وزعم هيكل أنه "يمكن توضيح التاريخ الكامل للأمم عن طريق الانتقاء الطبيعي" وأن "الأنظمة الاجتماعية هي القوانين الطبيعية للوراثة والتكيف" . وظن أن القدر التطوري للألمان هو التغلب على الناس المنحطين: "انحرف الألمان إلى أبعد مايكون عن شكل الإنسان المشترك الشبيه بالقرد ... أدنى السلالات أقرب نفسيا إلى الحيوانات منها إلى الأوروبيين المتحضرين. ولذلك يجب أن نولي حياتهم أهمية مختلفة كليا" . وليس من قبيل المصادفة أن تحمل سيرة هتلر، **كفاحي** Mein Kemph، كعنوان لها جزءا من العبارة الداروينية المترجمة، الصراع من أجل البقاء.

في عام 1900، قدم مصنع الأسلحة كروب (الذي كون أحفاده ثروات خلال الحرب العالمية الثانية) جائزة مقدارها 30 ألف مارك لأفضل مقالة حول "ماذا يمكن أن نتعلم من نظرية النشوء والارتقاء حول التطور السياسي على الصعيد الوطني وتشريعات الدولة؟" . فكان هناك ستون مادة. وعبر سيمتر، زميله في الصناعة، عن خوفه من أنه "سوف تطغى جماعات من أنواع أدنى على أفضل ماتحمله الوراثة الإنسانية" . مع ذلك، تم في ألمانيا إجراء أول تعقيم لتحسين النسل من قبل طبيب اشتراكي على الرغم من أن هذا الطبيب هو الذي زعم أن قادة اتحاد العمال كانوا ميالين لأن يكونوا شقرا أكثر من أتباعهم).

طالع هتلر، أثناء فترة سجنه بسبب حادث حانة البيرة، الأصل الألماني لكتاب علم الوراثة الإنساني، **المبادىء الأساسية للوراثة الإنسانية وعلم الصحة العرقي**، الذي وضعه يوجين فيشر. وكان فيشر مديرا لمعهد علم البشريات والوراثة الإنسانية وعلم تحسين النسل في برلين. وفيما بعد، اشتهر جوزيف منجل، أحد مساعديه، بسوء سمعته لمحاولته وضع الأفكار الغالتونية موضع التطبيق. تضمن كتاب فيشر فكرة مخيفة تقول "نوعية موهبتنا الوراثية مسالة أهم بمئات المرات من الجدل حول الرأسمالية والاشتراكية" .

---

[2] – القول بأن ثمة مبدأ غائيا واحدا ورد الكون كله إليه كالروح المحض أو المادة المحضة، وهي تقابل الثنائية. المترجم

هذه الأفكار ترديد للأفكار الواردة في كتاب **كفاحي** "كل من ليس سليما وجديرا، من الناحيتين الجسدية والنفسية، لايحق له أن يورث مايعاني منه لأطفاله". ومضى هتلر بهذه الفكرة إلى نهايتها المرعبة في إبادة الناس الذين كان يعتبرهم أقل فائدة ومحاولة استيلاد النخبة. وبوشرت بجدية مهمة تحسين النوعية الوراثية. فأجريت أربعمئة ألف عملية تعقيم لأولئك الذين تقرر أنهم غير جديرين بتوريث جيناتهم، وأحيانا عن طريق استخدام أشعة X سرا عندما يكون الضحايا مزودين باستمارات, وقدر المسؤولون عن البرنامج في هامبورغ أن خمس السكان يستحقون المعالجة بهذه الطريقة.

وفي عام 1936، أصبح للجمعية الألمانية لعلم الصحة العرقي أكثر من ستين فرعاً وراحت عدة جامعات ألمانية تمنح درجة الدكتوراه في العلم العرقي. وشدد التوجيه على وجهة النظر التي ترى أن بعض الناس أدنى مرتبة بسبب إرثهم. كانت حركة علم تحسين النسل تعارض الإجهاض بشدة (طبعاً باستثناء غير الصالح من الناحية البيولوجية)، وفُرِضَت عقوبات قاسية، وصلت حتى عشر سنوات سجناً، على أي طبيب يُقدِم على إجرائه. وبهذه الوسيلة وإجراءات أخرى نجح علماء تحسين النسل في إبطال إضراب الولادة في الثلاثينات. فارتفع عدد الأطفال المولودين لأمهات من سلالة معتمدة بمقدار الخمس. وتتردد في العصر الحاضر أصداء الترابط بين وجهات نظر اليمين المتطرف، أي هاجس النقاء العرقي، والحركة المناهضة للإجهاض. وبلغ اهتمام النازيين بنقاء الدم الألماني حد السخف.

تسببت كارثة التجربة النازية عملياً في إنهاء حركة علم تحسين النسل الإنساني، على الأقل، في شكله الأولي. فماضيها الملوث يدل على أن هذا العلم طُبِع ببصمات تاريخها الخاص، ويبدو أحياناً أن التخلص منها ينطوي على صعوبة. ولكن لاينبغي تناسيها، خصوصاً وأن هذا المسألة وُضِعَت، ولأول مرة، في الموضع الصحيح على طريق التحكم بالمستقبل البيولوجي.

شعر غالتون وأتباعه أنهم أحرار في ابتكار علم ينسجم مع آرائهم المغرضة. فقد اعتقدوا أن واجبنا تجاه الجينات يفوق واجبنا تجاه من يحملونها. وكانوا مفرطي الثقة بأنفسهم. وحُمِلَت آراؤهم محمل الجد، مع أنهم، إذا نظرنا إلى الماضي، لم يكونوا يعرفون شيئاً تقريباً.

يحتمل أن تثبت المعرفة الحديثة اليوم أنها مثيرة للجدل، لافرق في ذلك بينها وبين الجهالة القديمة. ولم يتغير سوى شيء واحد. فالخلافات بين علماء الحياة المعاصرين لاتتركز على المسائل العامة الغامضة التي استحوذت على تفكير أسلافهم، ولكنهم، بدلاً

من ذلك، يهتمون بمصير الأفراد أكثر من اهتمامهم بمصير الإنسانية. فأصبح علم تحسين النسل الإنساني، بما هو عليه، محدود الآفاق.

مع ذلك، يطرح علم تحسين النسل قضايا أخلاقية لن تزول. فعن طريق تشخيص الجينات المعيبة قبل الولادة، يمكن تغيير التوازن بين الولادة والإجهاض الطبيعي لتقليص عدد الأطفال غير الأسوياء. يعارض هذا التوجه أولئك الذين يعتبرون-على الرغم من فداحة الخسارة الطبيعية للبيضة المخصبة-أن جميع الأجنة يحظون بالقداسة لدى أولئك الذين يضعون توريث جينات معيبة، وهم يعرفون أنها معيبة، في موازاة إساءة معاملة الأطفال. ويطرح هذا العلم معضلة أكثر تعقيداً وشمولية، هي مشكلة المعرفة. فقريباً، سوف يصبح بإمكان أكثرنا أن يعرفوا كيف ومتى يحتمل أن يموتوا. وأصبح يمكن عند الولادة تشخيص الجينات التي ستقتل في الطفولة، أو الشباب، أو في مطلع منتصف العمر. وسيتم قريباً اكتشاف المزيد من المعارف. فهل يريد الناس حقاً معرفة أنهم معرضون لخطر الإصابة بمرض لا يمكنهم أن يفعلوا شيئاً حياله؟ وكثير من الأمراض لا تظهر تاثيراتها إلا إذا ورث الطفل نسخة من الدّنا المعيبة من كل والد. ويحتمل أن ينقل كل واحد نسخة واحدة على الأقل من هذه الجينة. هل يساعد هذا في اختيار الشريك أو يدفع إلى اتخاذ قرار حول إنجاب الأطفال؟ وأكبر مشكلة طراً سوف تتمثل في معرفتنا لمصيرنا أو مصير أبنائنا.

يمكن توضيح المشكلات الأخلاقية التي يطرحها علم الحياة الحديث بجزء قديم جداً من الملاحظات التي تقوم على أساس إدراك الخاصية الفطرية. لقد كان هناك دائماً تحامل ضد بعض الجينات التي تحملها الصبغيات التي تحدد الجنس. فالمرأة تحمل اثنين من صبغيات X، ويحمل الرجل صبغي X واحد وفي حالات قليلة صبغي Y. ومعنى هذا أن كافة البيوض تحمل الصبغي X وتكون النطفة من نوعين، X أو Y. وعند الإخصاب، يتم إنتاج ذكور XY وإناث XX بأعداد متساوية. فالجنس Sex هو ناتج الجينات كما هي حال الزمر الدموية.

تساعدنا وسيلة تقييم أهمية هذه الجينات على فهم الطريقة التي يتخذ فيها الناس قراراتهم البيولوجية وكيف تكون الأحكام الأخلاقية منوطة بالظروف. تبدو الصبغيات Y أحيانا أقل قيمة من الصبغيات X. فعندما يتعلق الأمر بالحروب، والجرائم والإعدامات، يتقبل الناس كون الضحايا ذكورا أكثر من كونهن إناثا. ولكن هذا التوازن قابل للتبدل. فالآباء، في معظمهم، يعبرون عن تفضيلهم للأولاد، وخصوصا أول مولود. ويحاول بعضهم فعلا أن يحصل عليهم. وتتراوح الوصفات، بخصوص ذلك، من وصفة بطولية إلى وصفة تنطوي على الأمل. ففي بلاد الإغريق، كان يقال إن ربط

الخصية اليسرى يمكن أن يحقق هذه الرغبة، وكان الأزواج في القرون الوسطى يشربون الخمر ودماء الأسود قبل الجماع تحت ضوء القمر وهو بدر. وكانت هناك طرق أقل تطرفا-ولكنها غير فعالة-تقضي بالتزاوج فقط أثناء هبوب ريح شمالية أو بتعليق الألبسة الداخلية للشخص على الجانب الأيمن من السرير.

من الطرق السهلة لجمع المال أن يكون المرء بائع جنس Gender. وهي، فضلا عن ذلك، تضمن النجاح بنسبة 50%. وتتراوح الطرق الشائعة في هذه الأيام من استخدام بيكربونات الصودا أو الخل في اللحظة المناسبة (الاستفادة من الاختلاف المفترض في مقاومة النطاف الحاملة لـ X و Y للأحماض والقلويات) للتزاوج في أوقات خاصة خلال الدورة الأنثوية (مع مراقبة مكلفة على نحو مناسب كجزء من الوصفة). ويسبب اختلافاً أيضاً، كما يقال، نظام غذائي فقير أو غني بالملح. ولكن معظم هذه الوصفات عديم الفائدة، وحوكم أكثر بائعيها بتهمة الاحتيال.

يشير علم الوراثة الحالي إلى أنه فات أوان الاحتيال وأن علم الأخلاق أصبح هو المشكلة. وهناك عدة طرق لتكوين اختيار فعال بخصوص الجنس. تقضي إحدى تلك الطرق بفصل النطفة X و Y وتخصيب المرأة فقط بالنموذج المناسب. منذ أيام لويس براون، 1978، ولد مئات الأطفال عن طريق التخصيب في الزجاج، إي بإضافة النطفة إلى البيضة في أنبوب اختبار. ويمكن أخذ خلية واحدة من المضغة النامية-عادة عندما يصبح عدد الخلايا ثمانية فقط-ويحدد جنسها. وتغرس في رحم الأم فقط الخلايا المرغوبة. أدت هذه الطريقة (التي تعرف تحت اسم BABI[1]) إلى ولادة مئات الأطفال. ولكنها تطرح قضاياها الخاصة بها، كمسالة ماذا نفعل بالمضغ الإضافية عندما نكتشف أنها طبيعية؟

قبل خمسين سنة، كان عدد الصبيان في مجتمع الأسكيمو ضعف عدد البنات، لأن البنات كن يقتلن عند الولادة أو يجوعن عند حدوث شح في المواد الغذائية. وفي بعض أجزاء الصين الحديثة أيضا، تسببت سياسة الطفل الواحد بزيادة في عدد الصبيان، مع تلميحات غامضة إلى وأد الأطفال. وعمدت الحكومة الهندية مؤخرا إلى إغلاق العيادات التي تختار جنس الطفل عن طريق تفحص صبغيات الجنين-وإجهاض الصبغيات التي تحمل XX. وبهذه الطريقة، كان يتم في بومباي وحدها إنهاء أكثر من ألفين من الحمول. يتلخص سبب هذا التوجه في كون البنات يحتجن إلى مهور عالية عند الزواج. كانت

---

[1] ـــ اختصارا للكلمات Blastomere Analysis Before Implantation (تحليل القسيم الأرومي قبل الغرس). المترجم

تلك العيادات تنشر إعلانات تحمل شعارات مثل "ادفع ستمائة روبية الآن، لتوفر خمسين ألفا في المستقبل!" ولم يكن التأثير بسيطا، خصوصا وأن الهند واحدة من البلدان القليلة في العالم التي يزيد فيها عدد الذكور على عدد الإناث-تصل نسبة الإناث إلى الذكور في بعض الولايات إلى 5/4-وبسبب وأد الأطفال والإجهاض الاختياري، حدث نقص عام في عدد البنات والنساء الهنديات يعادل كامل عدد الإناث في بريطانيا.

طرق اختيار الجنس جميعها تتدخل في جيناتنا. وتتراوح إمكانية القبول بتلك الطرق من الاختيار المتقطع على نحو معقول للنطفة إلى الجريمة التي من ضمنها وأد الأطفال، وحيث تعتمد الحدود على الخلفية الاجتماعية، أو السياسية، أو الدينية للفرد. أظن أن معظم من يقرؤون هذا الكتاب سيعتبرون إمكانية إنهاء حمل ما، لمجرد حدوث خطأ في جنسه، إجراء لا أخلاقيا. وقد يكون قلقهم أدنى حول الاختيار بين نطفة X أو Y. ولكن الكثيرين لا تروق لهم فكرة تفضيل الصبيان على البنات، أو العكس. ويعترضون على فكرة أن الحياة أو الموت يجب أن تعتمد على الأهلية البيولوجية للطفل.

هناك مسائل أكثر خطورة من التسامح الوالدي مع الذات عندما تتعلق المسألة باختيار جنس الطفل. لأن القرار أحيانا يكون مسألة حياة وموت. إن كثيرا من الأمراض الوراثية يحملها الصبغي X. والصبغي X الشاذ، عند البنات، تحجبه نسخة سوية من الصبغي نفسه. أما الصبيان. فلا يتمتعون بهذا الاختيار، لأنهم يحملون فقط صبغي X واحدا. ولهذا السبب، تكون الشذوذات المرتبطة بالجنس، كما تدعى، أكثر شيوعا عند الصبيان منها عند البنات. وقد تكون شذوذات مزعجة جدا. فالخثل العضلي المرتبط بالجنس، هو مرض النحول الذي يؤدي إلى ضعف الأطفال وموتهم في العشرات والعشرينات من أعمارهم. وبالكاد يمكن توجيه اللوم للزوجين اللذين أنجبا طفلا مصابا بهذا المرض إذا ماأرادا التأكد من أنهما لن ينجبا أطفالا آخرين يحملون المرض نفسه. فهما يريدان اتخاذ قرار حول النوعية البيولوجية لذريتهما، وهذا لن يعرضهما لنقد عدد كبير من الناس. يعني فهم الوالدين لطريقة عمل علم الوراثة أن التوازن الأخلاقي الشخصي عندهما قد بدأ بالتحول.

إذا كان لزوجين طفل مصاب، فإنهما يعرفان مباشرة أن الأم تحمل الجينة. ويصبح احتمال أن يولد الطفل التالي مريضا أقوى مما كان سابقا. ولكنه يبقى أقل من النصف، حيث لو جرى إنهاء كافة الحمول المذكرة، لبقي هناك احتمال فقدان صبي سوي. إن معظم الناس الذين لاتروق لهم فكرة اختيار جنس الطفل من خلال استخدام النطفة

الحاملة لـ X يمكن أن يغيروا آراءهم في ظروف كهذه. وبالمقابل، سيقبل الكثيرون فكرة إنهاء كافة الحمول التي يتأكدون من أنها ستنجب أطفالا مصابين بالحثل العضلي.

أصبحت الخيارات مؤخرا أكثر دقة. فقد تم تعقب الجينة الخاصة المسؤولة عن الحثل العضلي، ويمكن لتبدلات الدنا أن تبين ماإذا كان الجنين يحملها. وهناك اليوم أكثر من مئتي مركز في أنحاء العالم تستخدم هذا الاختبار. ولكن الطريقة أبعد ماتكون عن الكمال. لأن هناك كثيرا من الطرق التي تعاب فيها الجينة، ولا تظهر كلها هذا العيب. وبناء عليه، قد يظهر الجنين سويا بينما يكون في الواقع حاملا لتلك الجينة، وهذا مايشوش قرار الوالدين حول مواصلة الحمل. واعتيان* النسج الوليدية ينطوي أيضا على بعض المجازفة. ولكن هذا الخطر راح يتضاءل مع التقدم التكنولوجي (فحص النسيج الذي يحيط بالمضغة الباكرة، أو البحث عن الخلايا الجنينية في دم الأم). ولكن مخاطر إجراء هذا الاختبار يجب أن توزن أخلاقيا.

يبدو محتما أن قرار الوالدين حول مستقبل طفلهم الذي لم يولد بعد سوف يتأثر على نحو متزايد بتقيم الخطر والنوع، أي ماإذا كانت حقوق الجنين تعتمد على الجينات التي يحملها. وسوف يتزايد اعتماد علم الأخلاق على الظروف. وسنحتاج إلى قرارات خاصة بعلم الوراثة طالما أننا نتعلم المزيد حول المسالة الوراثية عندنا. فهي ليست قرارات علمية، ولكنها قرارات تعتمد على المجتمع والأفراد الذين يصدرونها. ومنذ تدهورت حركة علم تحسن النسل، حدث نفور يمكن تفهمه حتى بالنسبة لدراسة فكرة صنع القرارات حول الحقوق الفردية التي تقوم على أساس التفاوتات في الأهلية الوراثية؛ ولكن المعرفة الحديثة تعني أنه لايمكن تفادي الاختيارات.

بعد الحرب العالمية الثانية، بدا وكأن علم الوراثة قد راح يتقبل مارسم له من حدود، وهكذا، بدأ يتخلص من قيوده على اعتبارها ملجأ لمن تستحوذ عليهم الأفكار السياسية. والمشتغلون في هذا الحقل اليوم، في معظمهم، حذرون فيما يخص الادعاء بأن جوهر الإنسانية يكمن في الدنا. ومع أنه يمكن، دون شك، الكشف عن أمور استثنائية فيما يخص ذواتنا، فإن علم تحسين النسل واحد من العلوم القليلة التي اختزلت توقعاتها.

يدين العلم بالجزء الأكبر من نجاحه إلى حقيقة كونه مختزلا. ولكي نفهم بعضا من ذلك، فلا بد من تحليله إلى أجزائه المكونة. ولا شك في أن هذه المقاربة تنجح في علم

---

* اعتيان: أخذ العينات (انظر القاموس الطبي الموحد).

الوراثة إلى المدى الذي يمضي إليه، ولكنه في النهاية يبتعد كثيرا. وحيثما لا يتمكن من ذلك، يمكن إدراكه في عبارة سيئة الصيت عند الساسة البريطانيين، أعني تصريح رئيسة الوزراء السابقة السيدة تاتشر "ليس هناك شيء اسمه مجتمع، وإنما أفراد فقط!" وتحدق بنا إخفاقات هذه الفلسفة من كل الجهات. والأخذ بما قاله غالتون وورثته "ليس هناك شعب بل جينات فقط" يعني الوقوع في الشرك نفسه.

وعلى الرغم من دروس الماضي، تنبعث أسطورة قديمة خطرة تقول إنه يمكن لعلم الحياة أن يوضح كل شيء. وراح بعض علماء النفس والسياسيين يزعمون من جديد بأن الوراثة تتحكم بنا. وروجوا لنوع من الجبرية البيولوجية. فقالوا إن الإنسانية مسيرة بوراثتها، وعلم الحياة نوع من الخطيئة الأصلية. ووفقا لهذا الرأي، يكون أولئك الذين لم ينجحوا ضحايا ميراثهم الخاص. ويعزى مأزقهم إلى ضعفهم فلا يبقى لديهم ما يفعلونه مع بقية الناس. توحي الكالفينية الجديدة هذه بأن الحياة الإنسانية طالما أنها مبرمجة منذ وقت طويل، فليس هناك هدف من محاولة تغييرها، وهي ملائمة للناس الذين يحبون الأشياء كما هي.

العلم الحديث لتحسين النسل منفتح جداً في بعض مناطق العالم. كان لي كوان يو، رئيس وزراء سنغافورة، مهتماً بانخفاض معدل الولادات عند النساء المثقفات في بلاده، فقدم عرضاً مالياً لإقناعهن بتحسين نوعية الأجيال المستقبلية عن طريق إنجاب المزيد من الأطفال. وكانت جريدة **الشعب الصينية اليومية** أكثر صراحة في آرائها. فقد نشرت، في عام 1988، مشروعاً لحظر زواج أولئك المصابين بمرض عقلي إذا لم يجر تعقيمهم مع التبسيط الشديد للماندلية[1]: "المعتوهون ينجبون معتوهين!"

يجري أحياناً تسويغ رسالة تحسين النسل على خلفية مالية. ففي المعرض الخمسين بعد المئة في فيلادلفيا، عام 1926، كان للجمعية الأمريكية لعلم تحسين النسل لوحة ذات أضواء ساطعة تعدّ حتى مئة دولار في الثانية زعم أنها تنفق على الناس من ذوي "الوراثة السيئة". وبعد ستين سنة، زعم واحد من أنصار مخطط سَلسَلة الجين الإنسانية بأن المشروع سيمول نفسه عن طريق معالجة مشكلة الفصام فقط-وعن طريق معالجة، وكان يقصد طبعاً إنهاء الحمول التي يفترض أنها تحمل جينة المرض والتي لم تكتشف بعد. وكانت الثلاثينات فترة ضغط مالي فيما يخص الرعاية الصحية. «وفي التسعينات حاولت الدولة تقليص المبالغ التي تنفق في الميدان الطبي. فقد كان هناك

---

[1] - المندلية: نسبة إلى غريغور جوهان مندل (1822-1884): راهب نمساوي يعتبر مؤسس علم الوراثة. **المترجم**

خطر جديد تمثل في إمكانية استخدام علم الوراثة كمسوغ للتمييز ضد المعوّقين بغية توفير المال»

زعم علم الدكتيلومنسي Dactylomancy–تمييز الشخصية من بصمات الأصابع– في اليابان، في القرون الوسطى، أن الناس الذين يحملون نماذج معقدة يميلون إلى أن يكونوا حرفيين جيدين، ويفتقر أولئك الذين يحملون كثيرا من العرى إلى المثابرة، أما الذين تحمل اصابعهم نموذجا مقوسا فهم ذوو شخصيات فظة لاترحم. لقد أفلت علم الوراثة الإنساني من بداياته الدكتيلومنتية. وكلما تعلمنا المزيد حول الوراثة، بدا لنا ان هناك المزيد مما نحتاج إلى معرفته. ولم يختف بعد ظل علم تحسين النسل لكنه بات اليوم أضعف بكثير مما كان عليه. واليوم، وقد نضج علم الوراثة كموضوع، بدأ يبدي صورة استثنائية حول من نكون، وماذا كنا، وماذا يمكن أن نكون. ويدور هذا الكتاب حول ماتتضمنه تلك الصورة.

الفصل الأول

1 رسالة من أسلافنا

كانت العائلة الإنكليزية القديمة تامبل-نيوجنت-بريدجز-شاندوز-غرينفيلز-التي انقرضت مع الأسف -فخورة بإرثها، وهو فخر له مايسوغه. فمع أنه لم يكن لاسم العائلة سوى خمسة جذوع، فإن شعار النبالة يحمل سبعمئة وتسعة عشر رمزا، كل منها يظهر صلة بسلالة أرستقراطية آخرى. وقد احتفظ بسلسلة نسبها، بحيث يمكن للعالم أن يراها ويقيمها، ويمكن للمؤهلين بدرجة كافية لقراءة الرسالة الموجودة على الترس أن يتعلموا الكثير من تاريخهم.

وبما أن الثروة والمركز الاجتماعي يعتمدان إلى حد كبير على النسب، فإن الأغنياء كانوا من أوائل علماء الوراثة. لم تكن الروايات الغامضة حول الأهمية التاريخية كافية. فاحتاجوا-وكانوا أنفسهم-إلى رموز مادية تبين من هم وممن انحدروا، رموز تبقى زمناً طويلاً بعد موت حامليها. وصمدت تلك الروايات حول الإرث المشترك على مدى مئات السنين. فالأسد الذي يرمز لقبيلة يهوذا العبرية بقي، حتى العصر الحاضر، شعاراً لأمبراطور اثيوبيا. وترقى أسود بريطانيا مباشرة إلى الأسود التي قُدِّمَت كمكافأة لجيوفري بلانتيجنت في عام 1127. يعني فَتَشُ[1] الأسلاف أن العائلات الملكية تمثل دوراً هاماً في علم الوراثة-وسلسل أحد المتحمسين 262142 جَدّاً مزعوماً للأمير تشارلز. وتحتفظ بهاجس الوراثة حتى الأمم التي هي أكثر عقلانية من الأمم في العالم القديم. وتتعقب **بنات الثورة الأمريكية** بحماس أولئك الذين يدّعون نسباً غير مؤهلين له. فقد تلقى أنانياس دير-كانت ابنته فرجينيا أول طفل يولد في أمريكا لوالدين إنكليزيين-شعار النبالة من جامعة هيرالدز الملكية في عام 1586؛ وهو أول شعار يعطى لأمريكي. ولكن الثورة أوقفت تطور فن شعارات النبالة، وكان آخر إجراء هو ذاك الذي مُنِح بموجبه أندريو بيبريل سبارهوك شعار النبالة في عام 1775. حتى جورج واشنطن تبادل الرسائل مع حملة

---

[1] – الفَتَش، شيء يُعتَقد أن له قدرة سحرية على حماية أو مساعدة صاحبه. المترجم

شعارات النبالة على أمل توطيد العلاقة مع واشنطن في نورثمبتونشاير، الذي كـان منح، في عام 1619، النجوم الخمسة المسننة (استخدمت من قبلـه بصـورة غـير مشروعة كلوحة كتاب).

الرموز الشعارية تقارير من أجدادنا. ووجودها ناجم عن إدراكنا منذ القـدم أنـه لايمكننا فهم الماضي إلا إذا احتفظنا به في صيغة مميزة. وعلى امتداد الجزء الأكبر من التاريخ-من العصر الفرعوني إلى عصر البورجوازية الفيكتورية، التي تزدحـم مقبرة هاي غيت في لندن بأضرحتها (التي تتضمن نسخة للجزء الأكبر من مدينـة الأقصر الفرعونية)-كانت الثروة العائلية تبدد على الزخـارف الجنائزيـة لتذكـير الأجيال التي لم تولد بعد بالمصادر التي انحدرت منها. وتضم الكلية الجامعية فـي لندن، إضافة إلى الغالتونيانة[1] Galtoniana، شيئا غريبا. إنه الجسد المحنط للفيلسـوف جرمي بنتهام (الذي انضم إلى الكلية عند تأسيسها). كان بنتهام يتطلع إلى وضع نمط لمثل هذه "الأيقونات الذاتية" على أمل تخفيض كلفة النصب التذكارية الأقل أهميـة بالنسبة للمتوفى. ولكن هذا النمط لم ينتشر، مع أن مايلقاه جثمان بنتهام من شـعبية بين الزائرين يشير إلى أنه كان يجب إنجاز ذلك المشروع.

واليوم، يقابل اعتداد بنتهام وتامبل-نيوجنت-بريدجز-شاندوز-غرينفيلز وميراثهم بالتحية، ولكنها تحية ساخرة بصورة رئيسية. وفعل مثل هذا هارولد ويلسون، رئيس وزراء بريطانيا في الستينات، عندما سخر من جده، اللورد هوم، لكونـه الإيـرل[2] السابع عشر الذي يحمل ذلك الاسم. وعمد اللورد هوم من جانبه بلطف ودقة إلـى تحريف دعابة هارولد ويلسون عن طريق لفت الأنظار إلـى أن نـاقده كـان مـن المفترض أن يكون المستر ويلسون السابع عشر. وهو بهذا يكون قد طرح موضوعا بيولوجيا سليما يفيد بأنه بينما تسعى قلة مختارة فقط للمحافظة على إرثـها بقصـد التباهي، فإن كل أسرة، سواء كانت أرستقراطية أم غير أرسـتقراطية، تـرث فـي جيناتها سجلاً يبين من هم أسلافها ومن أين جاؤوا.

وأنا، لايمكنني استعادة ماضيّ الخاص إلى أبعد من جَدّ جَدي، الذي عـاش فـي قرية ويلش، في نيوكواي، حيث قضيت هناك جزءاً من شبابي. ولكن هناك بعـض الناس ممن يمكنهم تتبّع أنسابهم إلى أبعد من ذلك. مع ذلك، يمكن لكل شـخص أن يفك رموز المزيد من سجل أجداده، وذلك عن طريق استقصاء إرثه البيولوجي الذي تحفظه الدّنا.

---

1 – نسبة إلى غالتون مؤسس علم تحسين النسل. المترجم

2 ـ Earl إيرل: لقب إنكليزي أدنى من مركيز وأعلى من فيكونت المترجم

قد تكون الطريقة التي يكون فيها علم الحياة دليلاً إلى الماضي قد تكون واضحة أحياناً. فشعارات النبالة، عند بعض العائلات الأرستقراطية، تنتقل عبر الأجيال جنباً إلى جنب مع الجينات. وعلى سبيل المثال، عاش اسم هابسبورغ وشارة خوذته، أي النسر ذو الرأس المزدوج، في التاريخ الأوروبي على مدى آلاف السنين. وكان تاريخ تلك العائلة قد بدأ بـ غونترام (لاشك أنه لقب مستحسن) غنيّ هابسبورغ- حصن النسر- في عام 950. وكان أولئك الذين ورثوا الاسم وشارة الخوذة ميالين إلى وراثة شيء ما آخر، إنها الجينة الخاصة ببروز الفك الأسفل، وهي الشفة التي تعرف بشفة آل هابسبورغ. وكان يمكن مشاهدة تلك الشفة الشهيرة عند الأمبراطور الروماني المقدس في عام 1450، وكانت حتى قبل قرن مضى ماتزال ظاهرة عند الأسرة الملكية الأسبانية. فقد كُتِبَت سلسلة نسب آل هابسبورغ على وجوههم بقدر ماكتبت فيه على درعهم.

نهتم بآل هابسبورغ لأنهم مختلفون. فهم مصابون بتشوه خفيف يميزهم عن العائلات الأخرى. واليوم، نعرف الآلاف من هذه الشذوذات الوراثية. بعضها مؤذ ولا يدوم طويلا. وبعضها أخف ويمكن استخدامه، كالشفة الملكية، لتقصي النسب المشترك على مدى مئات السنين. اكتشف في فرنسا شكل من العمى اليفعي هو الزرق Glaucoma الوراثي. وتظهر البحوث الجادة أن معظم الحالات انحدرت من زوجين وحيدين عاشا في قرية وير-إفروي، قرب كاليه، في القرن الخامس عشر. وحتى تاريخه، يؤدي الحجاج صلواتهم في قرية القديسة غودلين، التي تحتوي على خزان يظن أن مياهه تشفي العمى. وتم استقصاء ثلاثة آلاف حفيد لهذين الزوجين، وكان تشخيص المرض، عند أكثرهم، أول دليل لمعرفة أسلافهم وأقربائهم. وحمل بعض المهاجرين الفرنسيين تلك الجينة إلى كندا وربما إلى لويزيانا. وهي التي تربط سكان كويبك وكاجون مع أسلافهم الأوروبيين. ويحتفظ التاريخ الأمريكي المبكر بروابط وراثية أخرى مع الماضي. فكنيسة سانتس ليتر داي، في سالت ليك سيتي، تضم واحدة من أفضل مجموعات شجرات الأنساب في العالم. فهي تظهر الروابط العائلية بين عشرة آلاف من الرواد المورمون ومليون ونصف المليون من أخلافهم الأحياء. ويمكن أحيانا تعليل سبب موت هؤلاء الرواد من السجلات الطبية العائدة للقرن التاسع عشر. فعلى سبيل المثال، إذا كانت إحدى سليفات المرأة المورمونية الحديثة من بين أوائل المستوطنات اللائي أصبن بسرطان الثدي، فإن خطر تعرض هذه المرأة للإصابة بسرطان الثدي سيكون عال نسبيا-الدليل قوي على إصابة

الجينات وأنها يمكن أن تمارس تأثيرها الخبيث على الناس الذين يولـــدون بفــاصل قرنين من الزمن.

كان علم الوراثة الإنساني، في الشطر الأكبر من تاريخه، أكثر أو أقل تقييداً فيما يتعلق بدراسة سلاسل النسب التي تصمد بسبب احتوائها على شذوذات. وهذا يحـــد من قدرته على تتبّع نماذج النسب لتلك العائلات القليلة-كـــآل هابسـبورغ- التـــي حادت، كما يبدو، عن كمال الشكل. ويُظهِر علم الحياة اليوم أن هذا الشكل الكـــامل غير موجود. وهناك، بدلاً من ذلك، قدر كبير من الاختلاف الوراثي. فكل شـــخص يتميز بآلاف الصفات الموروثة-التنوع الطبيعي تماماً، لا الأمراض. الاختلاف كبير جداً حتى إن كل شخص على قيد الحياة اليوم مختلف، ليس فقط عن كـــل شـــخص آخر، بل عن كل واحد عاش حتى الآن أو سوف يعيش. ويمكن استخدام هذا الحجـم من التنوع لتفحص نماذج سلسلة النسب المشتركة عند أية عائلـــة، سـواء كـــانت ارستقراطية أو شعبية؛ سليمة أو مريضة. وبما أن كافة الجينات الحديثة هي نُسَـــخٌ عن تلك الجينات عند الأجيال السابقة، فإنه يمكن استخدام كل منها علـــى اعتبارهـــا رسالة من الماضي. فهي تقدم أدلة على بدايات الإنسانية، أي لما قبل مئة ألف سـنة، وعلى منشأ الحياة قبل ذلك بثلاثة آلاف مليون سنة.

علم الوراثة الحديث، في معظمه، ليس أكثر من بحث عن الاختـــلاف. ويمكـــن رؤية بعض الاختلافات بالعين المجردة. في حين تحتاج الاختلافات الأخـــرى إلـــى استخدام طرق أكثر تعقيداً في علم الحياة الجزيئي. وكنموذج على مدى اختلاف كـل فرد-المعلومات اللازمة لاكتشاف مدى القرابة بين الأشخاص-نستطيع النظر إلـــى ماوراء الهيئة التي نظهر بها (الشّفة الهابسبورغية أولاً) للتساؤل حول اختلافنا فـــي طريقة فهمنا للعالم وكيف يفهمنا العالم.

من الواضح أن كل شخص يبدو مختلفاً عن الآخر. ووراثة المظهر، خصوصـــاً، ليست بمثل تلك البساطة. فلون العين يعتمد، بالدرجة الأولى، على وجود صبغ مـــا. وعند عدم وجوده، يكون لونها أزرق فاتحاً. وتختلف الألوان الأخرى فـــي كميـــات الصبغ التي تنظمها عدة جينات. ومن حسن الحظ أن مقارنة ألوان العيون قد لاتكون طريقة موثوقة للكشف عمن هو قرين مَنْ. ووراثة لون الشعر أيضاً مسألة لاتخلـــو تقريباً من التعقيد. وباستثناء الشعر الشديد الشقرة أو الحمرة، فإن بقية الألوان ملتبسة من الناحية الوراثية وتتأثر بالعمر والتعرض للشمس. يشير طيف الألوان عند أطفال لآباء أفارقة وأوروبيين إلى أن بضع جينات تحكم الاختلافات بلون البشـــرة ولكننـــا لانعرف الكثير عن التفاصيل.

يُظهِر حتى الاختبار العادي أن الأفراد يختلفون في كثير من الجوانب الأخـرى. فإذا ماأظهر أحدنا لسانه مثلاً، فهل يستطيع أن يلفه على شكل أنبوب؟ يمكن للنصف تقريباً ممن هم من نسب أوروبي أن يفعلوا ذلك والنصف الآخر لا. وإذا شبك المرء يديه، فأي إبهام سيكون في الأعلى؟ وأقول من جديد، إن نصف الناس تقريباً يثنـون الإبهام الأيسر فوق الأيمن والنصف الآخر بالعكس. لاشك في أن هذه الصفات تنتقل داخل العائلات، ولكن تفاصيل وراثتها غير مؤكدة، شأنها شـأن صفـات المظـهر الفيزيائي.

يختلف الناس بعضهم عن بعض، ليس فقط بالطريقة التي يراهم العالم بها، بـل أيضاً بالطريقة التي يرون هم العالم بها. قليلون هم الناس المصابون بعمى الألـوان، وبالتالي، يحتاجون إلى مستقبلة للضوء الأحمر، أو الأخضر، أو الأزرق. لأن هـذه الألوان الثلاثة تحتاج إلى إدراك الطيف الكامل للَّون. وغياب واحد (طيف الأحمـر أو الأخضر عادة) يعتبر قصوراً خفيفاً. وكان يمكن لهذا القصور أن يسبب بعـض الاختلاف أثناء جمع الطعام في الأزمنة القديمة. وأصبح بالإمكان اليوم اقتفاء أثـر الجينات المعنية. وتبيّن أثناء البحث أن عمى الألوان هو النهايـة القصـوى لنظـام الاختلاف الطبيعي. فعندما يُطلَب من الناس أن يلجؤوا إلى مـزج النـور الأحمـر والأخضر لكي يتوافقا مع اللون البرتقالي القياسي، فإنهم ينقسمون إلى فئتين تختلفـان في تدرّج لون النور الأحمر الذي تختارانه. يحـدث هـذا الاختـلاف لأن هنـاك مستقبلتين متمايزتين للَّون الأحمر. تختلف كل منهما بتغيير وحيد في الدَّنا. يحمـل هذا الشكل 60% تقريباً والشكل الآخر 40% من الأوروبيين. وكلتا الفئتيـن سـويتان (بمعنى أن أعضاءها لايدركون التعويق) ولكن إحداها ترى العالم من خلال نظارات وردية أكثر بقليل مما تفعله الأخرى. التباين بسيط، لكنه ملموس. فإذا قام رجـلان، يحملان مستقبلتين مختلفتين، باختيار سترة وسروال لبابا نويـل، فسـيكون هنـاك تعارض ملموس بين النصف العلوي والسفلي.

وهناك اختلافات أخرى دقيقة في إدراك العالم الخارجي. ففي الثلاثينات، أصيـب مصنع لأطباق Ice Tray بالدهشة عندما راح يتلقى شـكاوى مـن زبائنـه تتعلـق بمرارة طعم تلك الحلوى. وارتبك الملتزم العاثر الحظ لأنه لم يكتشف عيباً في طعـم حلوياته. وتبين أخيراً أن هناك اختلافات وراثية في القدرة على تذوّق مادة كيميائيـة تستخدم في عملية التصنيع. فقد يجد بعضهم مراً بشكل لا يطاق حتى الأثر الضئيـل من تلك المادة –Phenylthiocarbamide (PTC)– في حين لا يتذوقه بعضهم أبداً حتـى لو كان أعلى تركيزاً بألف مرة. هذا الاختلاف منوط بجينة واحدة فقط توجـد فـي

شكلين–ذوّاقة وغير ذوّاقة. عندما كنا طلاباً كنا نتسلى بإعداد شاي يحتوي على مادة PTC ومراقبة ارتباك الشاربين ممن يتذوقون أو لا يتذوقون مرارتها. ومن سوء الحظ أن يكون الطلاب في هذه الأيام أكثر وعياً.

تتصل كثير من المخلوقات مع بعضها بعضاً عن طريق الشم بالقدر الذي تتصل فيه عن طريق الرؤية. فيمكن لإناث الفئران مثلاً أن تعرف من الرائحة ليس الذكر فقط ، بل مدى قرابته أيضاً. وهناك تلميح مثير للاهتمام يفيد بأن بني البشر أيضاً يحملون هوية مبنية على أساس الرائحة. فالكلاب البوليسية تجد في التمييز بين رائحة التوءمين المثيلين (يحملان جينات مشتركة) صعوبة أكبر منها في التمييز بين الناس الذين لاقرابة بينهم. والنوع الإنساني يحمل غدداً منتجة للرائحة أكثر من أي من الرئيسات الأخرى، وربما كان يحمل بقية من جهاز متفرد في الرائحة وفَقَد أهميته في عالم تطغى عليه حاسة البصر.

يترافق الاختلاف في الطريقة التي ننظر بها، ونرى، ونشم ونتذوق بتنوع موروث في كل صفاتنا تقريباً. والجينات التي تساعد الفئران في تمييز بعضها بعضاً عن طريق الرائحة هي جزء من جهاز أكبر بكثير مهمته التعرف على الغرباء. وتهديد الخمج يعني أن هناك صراعاً دائماً مع العالم الخارجي. والجهاز المنيع هو الذي يحدد ماالذي يستوجب الصد. ويمكنه التفريق بين الذات وغير الذات. وهو بفعله هذا، يشكل أضداداً وقائية تتآثر مع مستضدات (أدلاّء كيميائيين على جزيء محلي أو غريب) لتحديد ماإذا كانت مادة ما غير مألوفة مقبولة أم لا. ينتج الجهاز المنيع ملايين الأضداد وكل منها يميز مستضداً واحداً. وتحمل الخلايا مستضداتها الخاصة بها. وهي، كمظهر الفرد، تميزنا عن كافة زملائنا ولكن بدقة أكبر بكثير. وتقدم المستضدات الموجودة على سطوح الخلايا أول إشارة إلى كتلة الاختلاف الوراثي المحجوبة والتي يحملها كل إنسان.

عندما نأخذ الدم من شخصين ونمزجه، يمكن أن يتحول المزيج إلى سائل لزج. وقد يكون هذا المزيج مميتاً في عمليات نقل الدم. يقوم على تنظيم هذه العملية جهاز المستضدات، أي الزمر الدموية. وهناك مجموعات معينة فقط هي التي يمكن مزجها بنجاح. وهناك الكثير أيضاً من مختلف أجهزة الزمر الدموية، بعضها مألوف، مثل ABO والريسوسية Rhesus. والباقي، مثل Duffy و Kell، أقل شيوعاً. تم إجراء اختبارات عند الملايين من الناس. وجرى، بصورة روتينية، تقصي عدد من تلك الأجهزة؛ وكل منها مع عدد مختلف من الصيغ. وبهذه العينة البسيطة من الجينات فقط، تم توليد كتلة الاختلاف. وكان احتمال أن يحمل رجلان انكليزيان المجموعة نفسها من بين الزمر الدموية الإثنتي عشرة هو 3000/1.

وتحمل الخلايا على سطوحها تعبيرات أخرى عن الهوية الفردية أكثر تنوعاً. وتطورت تلك التعبيرات كتأكيد للهوية، ولضمان المعرفة السريعة بما يأتي من العالم الخارجي وما ينتمي إلى الداخل. ويؤمن جهاز التوافق النسيجي هذا (المهم في غرس الأعضاء) مجموعة أخرى من تعبيرات الأسلاف الوراثية التي يمكن استخدامها لاستقصاء سلسلة القرابة.

اكتشفت الزمر الدموية ومستضدات السطوح الخلوية الأخرى قبل بدء علم الحياة الجزيئي. ومنذ ذلك الحين، حدثت ثورة تقنية، اعتمدت، كثورة العصر الحجري التي حدثت قبل ألف قرن، على أدوات بسيطة يمكن استخدامها في عدة طرق. واليوم يمكن مقارنة الدَّنا عند مختلف الأفراد، إما حرفاً حرفاً، أو بالسؤال عن مكان وعدد تكرر العبارات أو الفقرات.

يتبين بالمقارنة أن كل شخص يختلف عن الآخر كاختلاف الزمر الدموية تماماً. فيختلف شخصان، كمعدل متوسط، في حرف واحد تقريباً من كل ألف حرف من حروف الدَّنا. وهذا يقدم حوالي ثلاثة ملايين من الأمكنة في الرسالة الوراثية التي تختلف من شخص إلى آخر. وتُظهِر الزمر الدموية أنه من غير المحتمل أن يتشابه شخصان في حال استخدام اثني عشر جهازاً مختلفاً فقط. واحتمال أن يحمل الاثنان التسلسل نفسه من الحروف في كامل أبجدية الدَّنا يصل إلى واحد في مئات البلايين.

يعبر هذا التفرد الشخصي نفسه عن شيء ما مفيد: علم الحياة الجزيئي خلق منا أفراداً. ودحض علم الوراثة خرافة أفلاطون حول المطلق، وهي خرافة قالت بوجود شكل مثالي واحد للكائن الإنساني ومنه انحدرت انحرافات نادرة من أمثال أولئك الذين يحملون مرضاً خِلقياً.

والاختلاف الوراثي يساعد الفرد أيضاً في معرفة مكانه المناسب في شجرة عائلته، وفي شجرة نسب النوع الإنساني، وفي العالم الحي بشكل عام. يميل الأقرباء إلى الاشتراك في جيناتهم أكثر من غير الأقرباء لأن لهم أجداداً مشتركين. ويمكن استخدام الجينات في اختبار صلة القرابة، مهما كانت بعيدة، لأنها تنحدر من السلف. وكلما كان الاختلاف بين شخصين أكبر، كانت القرابة بينهما أوثق. ويمكن تطبيق المنطق نفسه لتمييز أنماط من القرابة أكثر بعداً، ومن ضمنها الأجداد المشتركون بين بني الإنسان والمخلوقات الأخرى.

هذا النوع من العمل سهل على البوليس السري عندما تكون القرابة وثيقة بين المعنيين. فهناك خطة مروعة يستخدمها الجيش الأمريكي لاختبار صلة الأجسام

الميتة بأصحابها السابقين، وذلك عن طريق تصنيف عينات الدّنا لدى الجنود على أمل التعرف على جثثهم المشوهة بعد موتهم. ويمكن للدّنا أن يقول الكثير حول الروابط العائلية. وقبل ظهور هذه الاختبارات، كان ضباط الهجرة الذين يواجهون مقدمي طلبات القيد غالباً لايصدقون أن الطفل هو ابن المرأة التي تدّعيه. وكانت مقارنة جينات الأم والطفل تُظهِر دائماً تقريباً أن الأم تقول الحقيقة. أما وقد أصبح مجتمعنا على ماهو عليه، فإن الاختبارات المستخدمة تقلصت عما كانت عليه سابقاً.

ما كل العائلات على أرض الواقع كما هي في الظاهر. فقد كشفت محاولات المطابقة بين جينات الآباء والأبناء في بريطانيا أو أمريكا عن ارتفاع معدل الأبوة الزائفة. حيث اكتشف أن كثيراً من الأطفال يحملون مزيجاً جينياً لا يمكن أن يكون نتج عن اتحاد جينات آبائهم المفترضين. وأظهرت تلك المحاولات أن الأب البيولوجي ليس هو الذكر الذي تزوج الأم البيولوجية. وتصل نسبة هذه الولادات إلى 20/1 في مجتمع الطبقة الوسطى. وهناك ملاحظة إيجابية أكثر ظهرت في اختبارات الدنا لدى معاينة الضحايا الأمريكيات اللائي يحملن نتيجة لحوادث الاغتصاب وبينت أن أزواج المغتصبات يتبنون معظم أولئك الأطفال.

يمكن اختبار الوالدية حتى في القبر، لأن الدنا مادة عنيدة، يمكن أن تصمد فترة طويلة بعد موت صاحبها. وكلنا يعرف اليوم أن جوزيف مينجل، العالم المتحمس في علم تحسين النسل، كان هرب إلى أمريكا الجنوبية بعد الحرب العالمية الثانية. وزعموا أنه شوهد في عدة مناسبات. واكتشف، في أواخر الثمانينات، ماافتُرِض أنها عظام مينجل. وأُخذَت من ابنه عينة دموية. فظهر من مقارنة جينات الإبن مع الدَّنا في رفاة الأب المفترض أن العظام كانت فعلاً عظام جوزيف مينجل، الذي تم العثور عليه، ولكن بعد فوات الأوان بالنسبة للعدالة. والاختلاف المشترك أيضاً يجعل احتمال تخطي أجيال في البحث عن الأسلاف قائماً. فخلال حكم الديكتاتورية العسكرية في الأرجنتين، في السبعينات ومطلع الثمانينات، اختفى آلاف الأشخاص. وكان أكثرهم قد قتل. وكان من بين الضحايا نساء حوامل تم قتلهن بعد ولادتهن. وقامت عائلات عسكرية بسرقة معظم أولئك الأطفال. وعندما استعيد الحكم المدني بعد عام 1983، راحت جماعة من أمهات الضحايا يبحثن عن أحفادهن. وكانت تجري مقارنة الدنا عند الأطفال مع الدَّنا عند الجدّات. وساعدت الرسالة التي انحدرت في الجينات على مدى جيلين في استرداد أكثر من خمسين من هؤلاء الأطفال إلى عائلاتهم البيولوجية من العائلات التي كانت قد اختطفتهم.

بعض العائلات لاتتوقع أن تتحقق لها مثل هذه الاستعادة. فالعظام التي استخرجت من أحد الأقبية في إيكيترنبرغ كان يُظَن، لفترة طويلة، أنها عظام آخر قياصرة روسيا وأسرته الذي كان قتل رمياً بالرصاص عام 1918. وأُخِذ الدَّنا من بعض أقربائه الأحياء (بمن فيهم دوق أدنبورغ). وبمقارنة مجموعتي الجينات، تبين أن الهياكل العظمية كانت فعلاً لآل رومانوف. ومما أثار الاهتمام، في ذلك الوقت، اختفاء الهيكل العظمي لإحدى الفتيات التي كانت قد سجنت معهم. وعلى مدى سنوات، كانت هناك امرأة (آنا أندرسون) تدعي أنها أناستازيا ابنة القيصر، وزعمت أنها نجت من الإعدام. ولكن إحدى المحاكم الألمانية رفضت ادعاءها، ومع هذا، قد تقدم العظام تأكيداً لمزاعمها.

تأتي مجموعة الجينات الفردية عند كل شخص من أسلافه الذين ماتوا قبل أجداد أجدادهم بزمن طويل. وهي، بطريقة ما، شعار وراثي يتضمن، كدرع تامبل-نيوجنت-بريدج-شاندوز-غرينفيل، سجل الأجداد: من هم وأقرباء لمن. عندما ينتقل الناس، يحملون معهم الدَّنا الخاص بهم، ولذلك، يعتبر إعداد خرائط للجينات عند الجنس البشري الحديث مفيداً أكثر من مجرد تتبع النسب.

وفي بعض الأحيان، قد يرشدك التاريخ ذاته إلى النقطة التي يجب أن تبدأ منها. فقد استخدم أليكس هالي، في كتابه الجذور، وثائق خاصة بتجارة الرقيق للعثور على أجداده الأفارقة. فوجد واحداً منهم فقط، هو كونتا كنتي، الذي كان أُخِذ كعبد من غامبيا في عام 1767. ويمكن لنماذج الاختلاف الموروثة عند الأمريكيين السود اليوم أن تفيد أكثر من ذلك.

بدأت تجارة الرقيق الأفريقي في مطلع عصر الأمبراطورية الرومانية. ووسعها التجار العرب، في عام 800 م، إلى أوروبا، والشرق الأوسط والصين, وفي القرن الخامس عشر، بدأ الأسبانيون والبرتغاليون ماأصبح يعرف بالهجرة الإجبارية للناس من شاطىء غينيا أولاً، أي من موريتانيا الحديثة. ووصل المهاجرون إلى معظم أجزاء أوروبا: كان هناك بحارة سود في البندقية في القرون الوسطى، وفي القرن السادس عشر، كان في لشبونة شخص أسود من كل عشرة. وكانت الكنيسة تساند هذا النوع من التجارة. وأصدر البابا نيقولا الخامس نشرة يأمر فيها أتباعه بالقيام بمهاجمة المسلمين والوثنيين والأعداء الآخرين للمسيح إلى الجنوب من رأس بوداجور بما فيه شاطىء غينيا بالكامل وإخضاعهم وتحويلهم إلى العبودية الأبدية.

كانت تجارة الرقيق تتجه بصورة رئيسية إلى العالم الجديد. فقد نُقِل بطريق البحر حوالي خمسة عشر مليوناً من الأفارقة إلى الأمريكتين. وكان يؤتى بهم من غرب أفريقيا، من السنغال إلى أنغولا، وتوزعوا فوق معظم أراضي أمريكا الشمالية والجنوبية. ومع أن الولايات المتحدة استوردت أقل من 20/1 من إجمالي العبيد، فإن ثلث سكانها في الخمسينات كانوا من العبيد، الأمر الذي يدل على أن هؤلاء كانوا يعاملون هناك على نحو أقل قسوة مما كانوا عليه في مناطق البحر الكاريبي والبرازيل. وكان لمالكي العبيد أفضليات مميزة. فكانوا في كارولاينا الجنوبية يفضلون عبيد غامبيا على أمثالهم من بيافرا، لأن هؤلاء كانوا، في رأيهم، أصعب قياداً. وكانت الأفضلية في فرجينيا على عكس ذلك. ويمكن استخدام الجينات للتعرف إلى الجماعات والمكان الذي توجهوا إليه والمكان الذي جاء منه أسلاف الأمريكيين السود الموجودين في أمريكا اليوم.

يحمل الكثيرون من الأفارقة شذوذاً في شكل الصباغ الأحمر لهيموغلوبين الدم. فقد تغير بالطفرة واحد من الأحماض الأمينية (حجارة بناء الجزيء بالذات). هذا الشكل من "الخلية المنجلية" يحمي من الملاريا. وعلى الرغم من اختفاء دورها الوقائي مع كبح المرض في الولايات المتحدة، مايزال آلاف الأمريكيين السود يحملون هذه الجينة كسجل مرفوض لماضيهم. ولكن أي واحد، مهما كان فاتح اللون ويحمل شكلاً من أشكال الخلية المنجلية، يكون له، على الأقل، جد أفريقي واحد.

يتيح تطبيق التكنولوجيا الجزيئية على الخلايا المنجلية وعلى اليموغلوبين السوي. تفسير التاريخ بمزيد من التفصيل. ولم نعرف إلا في وقت متأخر أن الناس من أصل أفريقي يحملون نسخة من الجينة الخاصة بهيموغلوبين الخلايا المنجلية. وهذا يكشف أكثر مما كنا نعرفه سابقاً حول أن الأمريكيين السود جاؤوا من غرب أفريقيا. فقد كشف علم الحياة الجزيئي قدراً كبيراً من الاختلاف الوراثي في الدنا حول جينات الهيموغلوبين. يساعدنا هذا التنوع في التعرف إلى أسلاف الأمريكيين السود (بمن فيهم الأكثرية الساحقة الذين لايحملون أبداً نسخة من الخلية المنجلية).

جرت دراسة ترتيب حروف الدنا في هذا الجزء من المجين عند الكثيرين من الناس في أفريقيا. وتختلف التفاصيل من مكان إلى آخر. فطفرة الخلايا المنجلية ذاتها تترافق باختلاف أشكال الدنا في سيراليون، ونيجيريا، وزائير، ربما لأنها نشأت مستقلة عدة مرات. والاختلاف الجغرافي داخل أفريقيا يعني أن البنية

المفصّلة لجينة الهيموغلوبين السوي يمكن أن تستخدم أيضاً لاستقصاء المكان الـذي نشأ فيه أسلاف أي زنجي أمريكي.

تبين الدراسات التي أجريت على الزنوج الأمريكيين أن النماذج الأفريقية اقترنت بتبدلات مماثلة في العالم الجديد. فالأمريكيون السود في شمال الولايات المتحدة يحملون مجموعة من الاختلافات عن أمثالهم في الولايات الجنوبية. والشماليون يشتركون في الإرث مع النايجيريين الحاليين، بينما نجد أن قرابة زنوج الجنوب أقوى مع سكان أقصى غرب أفريقيا. وقد ترك لنا الاختلاف في أسواق العبيد، قبل مئتي سنة، دليلاً باقياً حتى الآن. قد يكون أليكس تعلم، عن طريق مقارنة جيناته بجينات أفريقية، حول هؤلاء الأسلاف أكثر بكثير مما كان يأمل أن يكتشفه من السجلات المكتوبة.

ربما لم يكن أسلاف أليكس هالي، في معظمهم، من السود. فهناك شكل أفريقي نوعي لزمرة دموية مميزة هي زمرة Duffy. ويحمل الأوروبيون نسخة مختلفة من هذه الجينة. وتُظهِر الدراسات التي أجريت على زنوج من الولايات المتحدة أن حوالي ربع جينات Duffy من أصل أبيض (مع كمية من مزيج أقل في الولايات الجنوبية) ربما بسبب التزاوج بين الأعراق خلال فترة العبودية. صحيح أن هذه الروابط كانت سرية في تلك الأيام، ولكنها كانت منتشرة على نطاق واسع. ويقال إن الرئيس توماس جيفرسون بالذات أنجب عدداً من الأطفال من خليلته الزنجية سالي هيمينغر. واتخذ المزيج البيولوجي سبيلين، وهناك جينات Duffy أفريقية بين سكان أمريكيين يعتبرون أنفسهم من البيض.

وفي القرن الثامن عشر، كان في بريطانيا أيضاً عدد كبير من السكان السود. ولكنهم اختفوا، على خلاف أمريكا الشمالية، ليس لأنهم تعرضوا للإبادة، بل لأن المجتمع تمثّلهم. ولا شك في أن جزءاً من إرثهم مازال موجوداً في شوارع بريطانيا الحديثة. وقد تكون هناك جينات أخرى غريبة أيضاً. وعلى أية حال، كان هنود البحر الكاريبي هم أوائل العبيد الذين عبروا الأطلسي عندما أُرسِلوا إلى أسبانيا في عام 1495 من قبل كولومبس. وفي القرن السادس عشر، كان يُنقَل عادة أفراد من شعوب البلدان المكتشفة حديثاً إلى أوروبا. وهكذا، أحضر المستكشف الإنكليزي فوربيشر، في عام 1577، عدداً من جماعة الأسكيمو ونقل أكثر من ألف من الهنود الأمريكيين (بمن فيهم ملك البرازيل) إلى مناطق مختلفة في أوروبا. فمات كثير من هؤلاء المهاجرين الكارهين، ولكن بعضهم أسس عائلات. وربما مايزال إرثهم موجوداً حتى الآن.

عادت بنا الجينات الآن مئة سنة إلى الوراء-على امتداد خمسة عشر جيلاً تقريباً حيث يتعلق الأمر بالأمريكيين السود. ولكن هذه الجينات تنقل رسائل تتعلق بتاريخ الأسرة أقدم بكثير. وأحياناً، تحتفظ جثث أسلافنا بالدليل. فقد دفن الفرعون المصري، توت عنخ أمون، تقريباً في الوقت نفسه الذي دفنت فيه مومياء أخرى هي مومياء سمنخر. وما يزال بالإمكان تعيين زمرتيهما الدمويتين. ويوحي النمط المشترك للجينة بأن هذين الفرعونين كانا أخوين.

هناك موميات أقل شهرة تكشف عن مزيد من المعلومات. فقد احتوت جثة جافة لطفل مصري، وجدت مطمورة في الرمل، على دنا عاشت بعد وفاته لمدة 2500 سنة. ومن المدهش فعلاً، أن تبقى قطعة صغيرة جداً في حالة جيدة وتضم الرسالة الوراثية المسؤولة عن اختلاف السطح الخلوي. ومنذ ذلك الوقت، ظهرت كثير من أجزاء الدنا في المستحاثات الإنسانية- بما فيها جزء من جمجمة استرالية عمرها خمسة عشر ألف سنة. وعما قريب سيصبح بالإمكان قراءة الجينات السلفية مباشرة ومقارنتها بجينات اليوم في المكان نفسه. يمكن استخدام هذه الأجزاء في اختبار ادعاء المسيحيين الأقباط بأنهم وحدهم أحفاد المصريين القدماء، الذين أبادتهم موجات الغزو المتعاقبة.

من طبيعة الجينات أن تنسخ نفسها، وبالتالي لاضرورة للعودة إلى المصدر لرؤية جينات الفراعنة-أو حتى إلى الجينات عند كائنات أقل شهرة. ويقدم علم الحياة الذي يدرس الأحياء من البشر تلميحات حول نماذج الحياة التي سبقت عصر توت عنخ أمون بوقت طويل. ولأسباب تاريخية وجيهة، عرفنا عن الوراثيات في هيروشيما وناغازاكي أكثر مما نعرفه عن الوراثيات في مكان آخر من العالم. فقد قام الأمريكيون، وعلى مدى العديد من السنوات، بإجراء تجارب لمعرفة ماإذا كانت القنابل الذرية قد زادت من سرعة الطفرة. ولم يكتشفوا حتى الان تأثيراً من هذا النوع، ولكنهم تمكنوا من جمع كمية ضخمة من المعلومات. واكتشفوا وجود اختلافات دقيقة في بيولوجيا هاتين المدينتين. حيث تضم كل منهما مجموعة من مختلف الأشكال الوراثية النادرة غير موجودة في المدينة الأخرى. وهذه الاختلافات هي أثر التاريخ الذي يرقى إلى آلاف السنين الماضية. فقد أنشئت كل من هيروشيما وناغازاكي عن طريق اندماج قبائل محاربة مختلفة، وتشعبت وراثياً منذ أكثر من ثمانية آلاف سنة. وتستمر الاختلافات الطفيفة بين القبائل القديمة في المدينتين الحديثتين. ومع أن ناغازاكي كانت واحداً من المرافيء القليلة المفتوحة على العالم الخارجي، خلال العزلة الذاتية التي فرضتها اليابان على نفسها، فإنه لم يتدفق عليها

سيل من الجينات الغريبة أكثر مما تدفق على هيروشيما. وتتردد في هاتين المدينتين أصداء أصوات الغزاة الجدد.

يمكن لهذه الأصوات السلفية أن ترسل أيضاً إشارات حول الأدوار الجنسية في المجتمع القديم. وتكمن المعلومات في دَنا المُتَقَدِّرات. والمتقدرات عُضَيَّات صغيرة في الخلية وهي الموضع الذي يحدث فيه أهم استقلاب للطاقة. ولكل منها عينتها الخاصة من الدّنا التي تتميز عن الدّنا الموجودة في نواة الخلية. فهي حلقة مقفلة تحتوي على ستة عشر ألفاً من قواعد الدَّنا. والبيوض ممتلئة بالمتقدرات ولكن النطفة لاتحتوي تقريباً على شيء منها. ونتيجة لذلك، يمكن للإناث فقط أن يُوَرِّثْن هذه الجينات، كما هي الحال عند اليهود، حيث تنحدر من الأمهات إلى البنات والأبناء؛ ولكن البنات فقط هن اللائي ينقلنها إلى الجيل التالي.

تتطور الجينات المتقدرية[1] بسرعة وكثيراً ماتستخدم في دراسة التطور. وتختلف نماذج تبدلها عن نماذج مثيلاتها التي تنتقل عن طريق كلا الجنسين. وتتوضح الاختلافات-على نحو مطابق أو ملائم-عن طريق تطور الأسماء الأولى. فأسماء الصبيان لاتتبدل كثيراً من مكان إلى مكان، أما أسماء البنات فمحليّة أكثر وتتطور بسرعة أكبر. "سارة" هو الاسم الوحيد من بين الأسماء العشرة المختارة للبنات المستخدمة بالدرجة نفسها في الولايات المتحدة وانكلترا. وهناك خمسة من عشرة أسماء مفضلة للذكور تستخدم على شاطئي الأطلسي، مثل: ميشيل؛ وكريستوفر؛ وماثيو؛ ودانييل؛ وديفيد. وتتطور الدنا المتقدرية بسرعة وبقدر كبير من الاختلاف بين المجتمعات، كما تتطور أسماء البنات.

كان هناك، كما تظهر المتقدرات، اختلاف في سلوك الرجال والنساء يرقى رجوعا إلى آلاف السنين. ولكن نماذج المتقدرات، عند أقزام أفريقيا، قلما وجدت متباعدة أكثر من عشرين كيلومترا. وعلى عكس هذا، لا تختلف القرى التي تبعد عن بعضها بعضا خمسمئة كيلو مترا كثيرا في الجينات التي تنتقل عن طريق الذكور والإناث. يدل هذا، على الأقل بين الأقزام، على أن الرجال (وجيناتهم) يسافرون بعيدا-ربما لأسباب اقتصادية (ومن بينها الحرب، التي هي من الناحية التقليدية إرث مذكر)-بينما تفضل النساء البقاء في البيت.

تظهر المستحاثات أن أقدم أسلاف الجنس البشري ظهرت في أفريقيا قبل أكثر من مئة ألف سنة. ولنا أقرباء أفارقة أيضا. ويبدو الشمبانزي، الذي هو واحد منهم،

---

[1] ـ انظر المعجم الطبي الموحد من أجل : Metochondrial.

قريباً دائماً على نحو مميز. حتى إن أحد هذه القردة، المعروف تحت اسم كوكو، كان أول حيوان يُنعى في جريدة التايمز.

يعرف أي مثقف يتحدث الإنكليزية أن طرزان القردة هو ابن اللورد غراي ستوك استناداً إلى بصمات الأصابع الملطخة بالحبر في مفكرة الطفولة. وعلى الرغم من الخطة الذكية لإدغار رايس بورو، كان غالتون قد أثبت أن قردة الشمبانزي ذاتها تحمل بصمات تبدو شبيهة إلى حد كبير ببصمات طرزان-أو ببصمات أي كائن إنساني آخر. مما يوحي بأن هذه القردة وبني الإنسان يحملون جينات مشتركة. وهذه الشراكة تذهب إلى أبعد من بصمات الأصابع. ففي الأربعينات، قام واحد من علماء الوراثة البارزين (معروف بجديته) بإجراء اختبار لمعرفة ماإذا كانت قردة الشمبانزي تشاطرنا اختلافاتنا في تذوق المادة الكيميائية المرة PTC. وقدم هذه المادة إلى ثلاثة منها في حديقة الحيوان في لندن. فازدردها اثنان بمتعة واضحة، أما الثالث، فبصق السائل على العالم الشهير. يدل هذا، على الأقل، على أن هناك جَداً ما مشتركاً بين الشمبانزي والإنسان، رغم أنه استنتاج غير علمي.

ولكن القرابة البيولوجية تمضي، في الواقع، إلى أبعد من ذلك. ويُظهِر أحد التقديرات، الذي وضع على أساس اختبار التشابه العام للدّنا، أن الإنسان يشترك مع الشمبانزي بـ 98% من المادة الوراثية. ويمكن أيضاً تتبع القرابة إلى بقية المملكة الحيوانية. ومنذ زمن طويل عُرِف أن هناك الكثير مما هو مشترك بين الفئران والإنسان. فهناك عدد من الأمراض الوراثية لدى الإنسان موجود أيضاً عند الفئران. ونشترك بعدد أكبر من الجينات مع الأرانب.

ادعى أحد علماء التطور المتفائلين أنه قادر على اكتشاف تركيب مشترك بين جينات كافة المخلوقات الحية، بدءاً بالجراثيم وانتهاء بالإنسان. ويرى أن هذه الفكرة تواصلت في صيغة ما عبر كافة السلالات التي اختفت منذ بداية الحياة قبل ثلاثة آلاف مليون سنة. وقد يمثل التركيب إياه أب (أو أم) كافة الجينات عند نشوء الحياة. وفي بحثه بخصوص أول كلمة في لغة الجينات، اقتفى أثر البحث الذي قام به الفرعون بسامتيك الأول، الذي عاش في القرن السابع قبل المسيح. وكان بسامتيك قد وضع طفلاً رضيعاً في رعاية مرضع بكماء ثم راح يراقب الأصوات التي يطلقها. فكانت إحدى الكلمات (أو بدت أنها) كلمة "بيكوس"، وتعني الخبز باللغة الفريجية، مما يوحي بأن الفريجيين (كانوا يعيشون آنئذٍ فيما يعرف اليوم بتركيا) قد يكونون أول الناس طرّاً. لاأعرف بالضبط مدى واقعية الادعاء حول تسلسل الدّنا عندنا.

والعالم الذي نشر هذا الرأي وصل بالمعلومات إلى نهاية مفيدة. فعن طريق إعطاء نغمات موسيقية لكل حرف من حروف الدّنا، كتب نوعاً من سمفونية حياتية موضوعها الجينة التي تسببت في نشوء كل شيء.

المشاركة في الجينات تُظهِر وحدة الحياة. وقد يكون أكثر أهمية أن هذه المشاركة تضع حدوداً لما يمكن أن يقوله علم الحياة حول الحالة الإنسانية. ويفشل علم الحياة الجزيئي، شأنه شأن بقية العلوم، في المحافظة على مستوى عناوينها. وقد استهواني أحد تلك العناوين الذي جاء في صحيفة أمريكية للترحيب بأول دراسة لـ دَنا المستحاثات: "يقوم العلماء الأمريكيون بتنسيل Clone الديناصورات لمواصلة القتال بعد حرب ذرية". وكان على محرري العناوين أن يحولوا قصة معقدة حول الحياة الإنسانية إلى رسالة مؤلفة من بضعة أحرف. ومن الطبيعي أن يظن المرء أنّ الرسائل البيولوجية التي يتلقاها كل واحد من الماضي البعيد تلخص المعلومات بالطريقة نفسها، ولكنها لاتفعل ذلك. قد يتشاطر أحد قردة الشمبانزي 98% من جيناته مع كائن إنساني، ولكن هذا لايعني أن الشمبانزي إنسان بالنسبة ذاتها. فهو ليس إنساناً بأية حال، بل شمبانزي. وهل تقدم حقيقة كوننا نحمل جينات مشتركة مع فأر، أو موزة شيئاً حول الطبيعة الإنسانية؟ شاعت مزاعم تقول بأن العلماء سيكتشفون قريباً الجينة التي تجعلنا آدميين. وإذا صح ذلك، فإن الرسالة السلفية ستهيء لنا فهم دورنا فعلاً، لولا أن هذه الفكرة تبدو سخيفة.

وما يبرهن على سخف هذه الفكرة هو التطلع إلى البحث عن جينة مهمة أخرى، جينة ورثتها من والدي، وورثها بدوره من والده وهكذا رجوعا إلى جدي الأعلى الذي عاش قبل ولادة نوعنا المميز بزمن طويل. تلك هي الجينة التي جعلت مني ذكرا. لقد جرى مؤخرا تعقب جينة الذكورة وتوضيح رسالتها في أربعة من حروف الدنا هي: A، وG، وC، وT. وتبدأ هكذا: GAT AGA GTG AAG CGA. وهناك مئتان وأربعون من هذه الأحرف، وتحتوي بينها كامل القصة البيولوجية المملة لكون الفرد رجلا. هذه النشرة السلفية الموجزة لاتتضمن شيئا مما يكشف أمام نصف السكان غير المحظوظين بما يكفي لعدم حملها ماذا يعني فعلاً كون الشخص ذكراً أكثر من كونه أنثى. لأن كون المرء رجلاً يتطلب أكثر بكثير من سلسلة قواعد الدنا؛ ويصح الشيء نفسه بالنسبة لكونه إنساناً.

استخدم المؤرخ الأنجلوسكسوني القديس بيد- تعتبر كتاباته المصدر الحقيقي للمعلومات حول انكلترا قبل القرن الثامن-استعارة قوية للوجود. كانت الحياة في رأيه "كما لو أنك تجلس في ليلة شتوية تحتفل بنائب ملكك وأسيادك الإقطاعيين،

فيطير عصفور دوري وحيد بخفة إلى القاعة، ويدخل من باب ليخرج فوراً من باب آخر. فهو، عندما يكون في الداخل، لايتأثر عملياً بضراوة الشتاء. ولكن حيز السكون ــ السكون الضيق هذا الذي يتم عبوره في لمحة، للخروج من شتاء والدخول إليه من جديد ــ يضيع بالنسبة لعينيك. وحياة الإنسان تبدو، إلى حد ما، شبيهة بهذا؛ ولكننا نجهل تماماً ماالذي يحدث بعد أو ماالذي حدث قبل ذلك".

كانت استعارة **بيد** استعارة دينية ولكن لها مايوازيها من الناحية البيولوجية. فالجينات لها ذاكرتها الخاصة. وعن طريق قراءة تلك الذاكرة، يلوح أمل جديد في إمكانية النظر إلى ماوراء القاعة، إلى المكان الذي ينحصر فيه وجودنا القصير، وتَعَلُّمِ شيءٍ ما حول ماحدث قبل ذلك في حياة نوعنا؛ وتخمين ماحدث قبل ذلك بوقت طويل وماذا يمكن أن يأتي أيضاً.

الفصل الثاني

2 قواعد اللعبة

أن تراقب لعبة غير مألوفة من ألعاب التسلية وتحاول أن تعرف ماذا يجري مسألة مربكة جداً. ورغم أنني عشت في الولايات المتحدة عدة سنوات، ومع أن اللعبة نفسها تُعرَض حالياً في التلفاز البريطاني، فإنني تقريباً لا أحمل فكرة حول كيفية نجاح لعبة كرة القدم الأمريكية. من الواضح أن هناك رغبة عامة في الفوز، ولكن، كيف تتوقف اللعبة وكيف تنطلق ولماذا يهتف المتفرجون في اللحظات غير المناسبة يبقى لغزاً. في حالة كهذه، قد تساعد الحاجة الملحة للاهتمام بألعاب الكرة، ولكن كرة المضرب غامضة أيضاً بالنسبة للمتحمسين للألعاب الرياضية من البلدان الأخرى، لأنهم لايفهمون قواعدها تماماً.

وقواعد اللعبة التي نطلق عليها تسمية التوالد الجنسي لا تُعرَف من نتائجها. ولذلك، بقيت آلية عمل الوراثة لغزاً غامضاً حتى وقت قريب يدعو إلى الدهشة. وتكمن المشكلة، جزئياً، في كون الطريقة التي تعمل بها مختلفة جداً عن الطريقة التي يجب أن تعمل بها. وكان معروفاً، على مدى قرون، أن الشخصية المكتسبة عن طريق الوالد يجب أن تنتقل إلى الجيل التالي. لاشك في أن أبناء الحدادين يميلون إلى أن يكونوا أقوياء، ويميل أبناء المجرمين إلى أن يكونوا أقل استقامة. والفكرة التي وردت في الكتاب المقدس واضحة تماماً. فعندما سُمِح ليعقوب أن يختار الجداء المخططة من قطيع الماعز الذي يملكه لابان، قام بوضع عصيّ مخططة قرب المعزى التي يملكها هذا، وذلك أثناء تزاوجها على أمل زيادة عدد المواليد التي سوف يطالب بها. ولهذا السبب بالذات، تنظر النساء الحوامل إلى صور القديسين وتتحاشى النظر إلى الناس من ذوي العاهات.

أُجرِيَت سلسلة من التجارب المؤلمة، تم فيها تجريد أجيال من الفئران من أذنابها لإظهار أن الصفات المكتسبة لم تكن وراثية في الواقع. وكان الأستاذ الألماني الجادّ،

الذي قام بهذا العمل، سيصاب بالاكتئاب لو علم أن اليهود كانوا قد جربوا ذلك قبلـــه في التشريح الإنساني على مدى آلاف السنين دون نجاح.

وهناك أسطورة أخرى فعالة تقول إنّ الصفات عند كل والد تنتقل بطريقة ما إلـى دمه، الذي يمتزج بدم ابنه. وعلى هذا، يكون الطفل مزيجاً من صفات والديه. وعلى الرغم من فشل هذه الفكرة–نوع من وراثيات العادي– في تعليل أسباب تشابه الطفل أحياناً مع قريب بعيد أكثر من تشابهه مع أمه أو أبيـــه، فإنـــها يمكـــن أن تُســـحَبَ بمعقولية على صفات مثل الطول والوزن. وفكرة امتزاج الدم، على خطئها، صمدت أيضاً إلى ما قبل بضع سنوات فقط. كتاب أنساب الخيل هو السجل الذي يحتفظ بـــه مربو الخيل المخصصة للسباق. والفرس التي تلد مهراً عن طريق تزاوجها مع فحل غير أصيل، كانت تُشطَب لأنها تعتبر ملوثة الدم وعاجزة عن حمل حصان أصيـــل. والواقع أن دراسة أجريت في بريستول، عام 1973، على نساء متقدمات في الســـن، أظهرت أن نصفهن يعتقدن باحتمال أن تنجب امرأة طفلاً أسود إذا جامعت رجـــــلاً أسود ولو قبل سنوات كثيرة. ولم ينجح مربو الخيول، ولا عجائز بريســـتول، فـــي اكتشاف التعليمات الخاصة باللعبة التوالدية.

أيد داروين بالذات فكرة الوراثة عن طريق تمازج الدم. والفصل السادس "قوانين الاختلاف"، هو الجزء الوحيد من **أصل الأنواع** الذي لاتروق قراءته لأحد في هـــذه الأيام. لقد أخطأ داروين في فهم الـــ **أصل**، وطور، بعد كثير من العناء، نظرية الـــ "بريعمات"، التي تنقل فيها أعضاء الآباء جزيئات إلى الدم ثم إلى النطفة والبيضـــة. ويأتي الطفل، في رأيه، هيئة وسطاً بين الأم والأب.

ولَكَم سيكون الحظ عاثراً إذا كانت الوراثة تعمل بهذه الطريقة! لأنـــها ســـتكون (أدرك داروين هذا فيما بعد) مشؤومة بالنسبة لفكرة التطور. وأشار إلى هذه المشكلة فليمنغ جنكن، الأستاذ الأول للهندسة في جامعة أدنبرة. فقد كتب متخيلاً، فـــي عـــام 1867، وباحتقار شديد للياقات عصره الاجتماعية: "تتحطم سفينة رجل أبيض علـــى شواطيء جزيرة سكانها من الزنوج. ولنفترض أن الرجـــل يتمتـــع، مـــن الناحيـــة الفيزيائية، بقدرة، وطاقة، ومهارة العرق الأبيض المسيطر ... هنا لايصح الاستنتاج بأنه بعد عدد من الأجيال سيصبح سكان الجزيرة بيضاً. قد يصبـــح بطـــل ســـفينتنا المحطمة ملكاً؛ ... وسيصبح لديه عدد كبير من الزوجات والأطفـــال ... يتفوقـــون كثيراً على الزنوج بمعدل الذكاء ... ولكن هل يمكن لأحد أن يعتقـــد بـــأن ســـكان الجزيرةُ سيكتسبون تدريجياً اللون الأبيض أو حتى الأصفر؟ رجل أبيـــض تعـــززه القوة لايمكنه أن يحول أمة سوداء إلى أمة بيضاء".

أراد جنكن أن يقول بأن صفات السلف البعيد، مهما كانت هامة، يمكن أن يكـون إسهامها ضئيلاً إلى الأجيال اللاحقة إذا امتزج الـدم السـلفي. هـذا لأن الصفـات ستمتزج وتُخفَّف بمرور السنين حتى تختفي تاثيراتها. والتأثير شبيه تقريباً بوضـع قطرة من الحبر في غالون من الماء. ومهما أصبح الحبر مفيداً في فـترة مـا فـي المستقبل، فإنه لايمكن استعادة تلك القطرة الصغيرة. فإذا كانت الوراثة تسير بـهذه الطريقة، فلا شك عندئذٍ في أن نظرية داروين تعاني من مشـكلات حقيقيـة. ففـي الجيل التالي، سيتم تخفيف أية صفة مناسبة. ومن حسن الحظ أن تكون أسطورة الدم على خطأ.

وقد نبذها غالتون نفسه بعد أن أجرى تجربة بسيطة. فنقل الدم من أرنب أسود إلـى أرنب أبيض ليرى ماإذا كان هذا سينجب ذرية سوداء. ولكنه لم يفعل. وهكذا، رُفضَـت نظرية الوراثة عن طريق التخفيف– ولكن غالتون لم يكن لديه بديلاً يحل محلها.

لم تكن أسس علم الوراثة التي وضعت في ذلك الحين معروفة لدى دارويـن أو غالتون. فقد أنجز ذلك البحث بيولوجي عبقري من القرن التاسع عشر، هو جـورج ماندل. كان يعيش في بوهيميا وينشر في صحيفة علمية مغمورة إلى حد ما محاضر جلسات جمعية التاريخ الطبيعي. ولكن سَبْقَه أهمل على مدى خمس وثلاثين سـنة. ونُشِر بعد ذلك لأول مرة في عام 1865. حاول مـاندل، الراهـب الأوغسـطيني، الحصول على درجة علمية ولكنه فشل في إتمامها. وعانى، كداروين وغالتون، مـن نوبات اكتئاب كانت تمنعه من العمل لعدة أشهر في كل مرة. ورغـم ذلـك، كـان يواصل إجراء تجاربه. فاكتشف أن الرسالة الوراثية إنما تنتقل وفقاً لمجموعة بسيطة من التنظيمات، التي تشكل علم النحو والصرف عند الجينات. وفي مرحلة تالية مـن حياته (وهو يسجل سابقة للعلم في الوقت الحاضر)، عجز عن مواصلة بحثه بسـبب الضغوط الإدارية. فتوقفت دراسة الوراثة على مدى نصف قرن تقريباً.

النحو دائماً ممل أكثر من المفردات. مع ذلك، لايمكن تجاهله. وسنحاول، فيمـا تبقى من هذا الفصل، تحري القواعد الأساسية لعلم الوراثة. فالعاملون في تدريـس هذا الموضوع مازال يستحوذ عليهم هاجس ماندل وحبات البازلاء، ومن ناحيتي، لن أسوّغ اعتبارهم كمقرر أول.

أحدث ماندل فتحاً مفاهيمياً. فبدلاً من أن يبحث كأسلافه فـي وراثـة صفـات كالطول والوزن، وهما الصفتان الوحيدتان اللتان يمكن قياسهما، كان، في قليـل أو كثير، أول عالم أحيائي يحسب كل شيء. وهذا ماوضعه على طريق اكتشافه الكبير.

الباز لاء، كغيرها من النباتات البستانية، توجد في سلالات أصيلة يبدو الفـــــرديّ ضمنها مماثلاً للفرديّ. وتتفاوت مختلف السلالات في صفات كشكل البـــذرة (قـد تكون مستديرة أو مجعدة) ولونها، الذي قد يكون أصفر أو أخضر. وتتميز البـازلاء أيضاً في كون كل نبتة تحمل أعضاء تأنيث وتذكير. وعن طريق فرشـــاة الدهـان، يمكن تلقيح أية زهرة مؤنثة بالطلع من أية زهرة مذكرة. حتى إنه يمكـــن اسـتخدام الزهرة المذكرة من النبتة نفسها. وتدعى هذه العملية بالتلقيح الذاتي، وهي نوع مـن سفاح القربى النباتي.

قام ماندل بإضافة غبار الطلع (الخلية الجرثومية المذكرة) من سلالة ذات حـب أصفر إلى الجزء المؤنث من زهرة من سلالة ذات حب أخضر. وحصل في الجيـل التالي على نتيجة مثيرة للاهتمام. فبدلاً من أن تكون الذرية كلها ذرية وسـطاً بيـن الوالدين، بدت شبيهة بأحدهما دون الآخر. لقد جاءت حبات البازلاء كلها صفـراء. ولكن يجب ألا نتوقع أبداً حدوث هذا إذا ماتم خلط "دم" السلالتين معاً إلـى مزيـج أخضر ضارب إلى الصفرة.

وتضمنت المرحلة التالية تلقيح نباتات الجيل الأول ذاتياً. فجرى تلقيح البيـوض بغبار الطلع من الفرد نفسه. وكانت الحصيلة غير متوقعة أيضاً. فقـد ظـهر كـلا اللونين، الأصفر والأخضر، من جديد في الجيل الثاني. وأياً كان ذاك الـذي أنتـج الحبات الخضراء، فإنه مازال يمكنه أن يقوم بذلك، حتى وإن قضى جيـلاً ضمـن النبتة ذات الحبات الصفراء. وهذا لا يتفق إطلاقاً مع فكرة أن الصفات المختلفة لكل والد امتزجت مع بعضها بعضاً. ولكن الوراثة تقوم، كما يبدو، على أساس جزيئـات أكثر مما تقوم على أساس سوائل.

وذهب ماندل إلى أبعد من هذا. حيث جمع أعـداد حبـات البـازلاء الصفـراء والخضراء من كل جيل. ففي الجيل الأول (نتاج السلالات النقية المهجنة)، حملـت كل النبتات حبات صفراء. وفي الجيل الثاني، الذي نتج من التلقيح الذاتي للنباتـات الصفراء من الجيل الأول، كان هناك دائماً، كحد متوسط، ثلاثة افراد صفر مقـابل واحد أخضر. ومن هذه النتيجة البسيطة، استنتج ماندل القاعدة الأساسية فـي علـم الوراثة.

ظن ماندل أن لون حبات البازلاء محكوم بعاملين (أو جينتين، كما أطلق عليـهما فيما بعد). وتحمل كل نبتة بالغة عاملين خاصين بلون الحبات، ولكن غبـار الطلـع أو البيضة تستقبل عاملاً واحداً فقط. وأثناء التلقيح، عندمـا يلتقـي غبـار الطلـع

بالبيضة، تنبعث نبتة جديدة تحمل عاملين (جينتين). والجينات التي تحملها النبتة هي التي تحدد لون حبات البازلاء. يحمل كل الأفراد، في كافة السلالات الأصل النقيـــة، جينتين "صفراوين" أو جينتين "خضراوين" حسب السلالة التي ينحدرون منها. وعند إجراء التهجين ضمن سلالة نقية، تم في كل جيل إنتاج فصيلة جديدة مـــن النبتـــات المثيلة لآبائها.

وعندما جرى تلقيح بيوض من سلالة مختلفة بلقاح من إحدى السلالات النقيـــة، أُنتِجَت نباتات جديدة تحمل عاملين مختلفين، واحد من كل والد. في تجربة مـــاندل، بدت هذه النباتات صفراء مع أن كلاً منها كان يحمـــل مجموعـــة محجوبـــة مـــن التعليمات لإعداد حبات خضراء. وبتعبير آخر، كانت تـــأثيرات الجينـــة الصفـــراء تحجب تأثيرات الجينة الخضراء. فنقول إنّ جينة الحبات الصفراء سائدة على جينة الحبات الخضراء الصاغرة.

تقوم النباتات ذات الجينتين بتصنيع نوعين من غبار الطلع أو البيضـــة، نصفـــه يحمل تعليمات لإنتاج حبات خضراء، ونصفه الآخر لإنتاج الصفراء. وعلى ذلـــك، هناك أربع طرق يمكن بها جمع غبار الطلع والبيضة عند مزاوجة نبتتين من هـــذا النوع. فربع عمليات التلقيح يتضمن تلقيح الأصفر بـــالأصفر، وربعـــها الأخضـــر بالأخضر، والربعان الباقيان، أي النصف، الأصفر بالأخضر.

أظهر ماندل أن الأصفر مع الأخضر ينتج فرداً يحمل حبات صفراء. والأصفـــر مع الأصفر، ينتج طبعاً نباتات تحمل حبات صفراء، وفـــي نبتـــة تحمـــل جينتيـــن خضراوين، تأتي الحبات خضراء. ولذلك، تكون نسبة الألوان في الجيل الثاني هـــذا ثلاثة صفراء مقابل واحدة خضراء. ومن هذه المعدلات التي اكتشفها، عمل مـــاندل بالاتجاه المعاكس لتعريف هذه القواعد الأساسية للوراثة.

أجرى ماندل عمليات تهجين مستخدماً كثيراً مـــن مختلـــف الصفـــات، كلـــون الأزهار، وارتفاع النبات، وشكل حبوب البازلاء، واكتشـــف أن المعـــدلات نفســـها تنطبق على كل من تلك الصفات. وبحث في الوراثة أيضاً في أشياء مزدوجة مـــن صفات مختلفة دُرِسَت مع بعضها بعضاً. فعلى سبيل المثال، تم تهجين نباتات تحمل حبوباً صفراء وناعمة مع نباتات تحمل حبوباً خضراء ومجعدة. وهنا صحّ قانونـــه أيضاً. لم يحدث مزج، ولم تتأثر وراثة نماذج اللون بنماذج وراثة الشكل. ومن هنـــا استنتج أن الجينات المنفصلة تماماً لابد أنها تشارك (أكثر من الأشكال البديلة للجينـــة نفسها) في كل صفة. فقامت الوراثة على أساس فصل الوحدات الفيزيائيـــة، ســـواء

بالنسبة للأشكال المميزة للصفة ذاتها (لون أصفر أو أخضر مثلاً) أو بالنسبة للصفات المختلفة تماماً (لون حبوب البازلاء وشكلها). وكان ماندل أول من أثبت أن الذرية ليست هي الحالة الوسط للآباء وأن الوراثة تقوم على أساس الاختلافات أكثر مما تقوم على أساس التشابهات.

كان علماء الأحياء منذ عهد ماندل يبتهجون في انتقاء النتائج التي توصل إليها (وكانوا يتهمونه أحياناً بالاحتيال لأن بعضها قد يتفق إلى حد بعيد مع نظرياته). وجادلوا حول ما يوليه من أهمية للعوامل التي اكتشفها، وتساءلوا حول سبب تجاهل موجوداته. ومهما كان سبب الغموض الطويل الذي أحاط بتلك الموجودات، فإن عمله أكتشف من جديد في وقت واحد تقريباً من قبل عدد من المشتغلين بتهجين النباتات في السنوات القليلة الأولى من القرن العشرين. وسرعان ما اكتُشِف أن قوانينه تنطبق على مئات الصفات عند الحيوان والنبات. وحالف ماندل الحظ، أو العبقرية، مما جعله يصيب حيث أخطأ جميع أسلافه. ما من علم يتقصى أثر منشئه بصورة مباشرة، حتى إلى الذاتية الفردية، أكثر من علم الوراثة، ومازال عمل ماندل هو الأساس لهذا الموضوع الضخم كما نراه اليوم.

وماندل هو الذي أنقذ داروين من ورطته (مع أنهما لم يعرفا هذا ابداً). فجينة اللون الأخضر في البازلاء أو جينة البشرة البيضاء، مهما كانت نادرة، لايخففها وجود عدد كبير من نُسَخ جينات الألوان الأخرى. وبدلاً من ذلك، يمكن أن تبقى ثابتة على مدى الأجيال، وقد تصبح أكثر شيوعاً لو واتتها الفرصة.

وسرعان ما استخدمت قوانين ماندل، بعد إعادة اكتشافها، لتفسير نماذج الوراثة الإنسانية. لا يمكننا طبعاً إجراء تجارب التهجين على الكائنات الإنسانية، لسبب واحد، هو أنها تستغرق زمناً طويلاً. وبدلاً من ذلك، يجب أن يعتمد علماء الأحياء على التجارب التي أجريت سابقاً من خلال اهتمام الناس بشؤونهم الجنسية. فهم يستخدمون شجرة العائلة أو سلسلة النسب. بعض هذه السلاسل خيالية، وتصل إلى آدم بالذات. أما بالنسبة لعلماء الوراثة، فالأجيال المتوفرة للّهو عادة أقل عدداً–مع أن واحداً أو اثنين منهم قام بالاستقصاء رجوعاً على مدى مئات السنين.

نُشِرَت، في عام 1905، أول سلسلة نسب إنسانية. وكشفت عن وراثة الأيدي والأصابع القصيرة في قرية نرويجية. وكانت الأصابع القصيرة تنتقل في العائلات وتُظهِر نموذجاً واضحاً. ولم تتجاوز ابداً جيلاً واحداً. واكتشف أن أي واحد كان يحمل أصابع قصيرة، كان له والد، أو جدّ يحمل الأصابع نفسها. وإذا تزوج شخص

مصاب من شخص يحمل شذوذاً (كما كان يفعل معظمهم)، فإن نصف أطفالهما يولدون مصابين. وإذا ماتزوج طفل من أطفالهما الأسوياء من شخص آخر سوي الأصابع، فإن الأطفال يولدون أسوياء تماماً وتختفي الصفة من ذلك الفرع في سلسلة نسب الأسرة.

هذا النموذج هو مانتوقعه للجينة السائدة. ولا نحتاج لأكثر من نسخة واحدة (كما في حالة اللون الأصفر للبازلاء) لإظهار تأثيرها. يحمل معظم من يعانون، الذين يولدون من زواج زوجين أحدهما سليم والآخر مصاب، نسخة واحدة من شكل سوي ونسخة واحدة من شكل شاذ للجينة، التي يتلقونها من كل والد. ونتيجة لذلك، تتألف نطافهم، أو بيوضهم من نموذجين، نصفها يحمل الجينة السوية ونصفها الآخر يحمل الجينة الشاذة. وعندما يتزوجون، يحمل نصف أطفالهم نسخة من الجينة المصابة. ولذلك ستتهيأ واحدة من كل فرصتين يحمل فيها الطفل أصابع قصيرة إذا كان مولوداً من أبوين أحدهما سوي والآخر مصاب. ولكن الزوجين غير المصابين لم ينجبا أبداً طفلاً يُظهِر تأثيرات الجينة لأنهما لايحملانها.

هناك شذوذات أخرى موروثة لاتسلك مثل هذه الطريقة المباشرة. إنها شذوذات صاغرة. ولكي يظهر التأثير، لابد من وجود نسختين من العامل الوراثي، نسخة من كل والد. يحمل عادة كل من الوالدين بالذات نسخة واحدة فقط، وهذا، كما يبدو، طبيعي تماماً. وهما لا يعرفان أنهما قد ينجبان طفلاً مصاباً. ويبدو طفلهما الشاذ أحياناً أكثر شبهاً بقريب أو جدٍّ بعيد. كانت هذه الظاهرة مربكة قبل ماندل. وكانت تُطلَق على هؤلاء الأطفال أحياناً تسمية " المتأسلون throwbacks" أو يقال بأنهم يظهرون "نكوصاً Atavism". ولكننا أصبحنا نعرف أنهم يخضعون ببساطة لقوانين ماندل. فهم يحملون، عن طريق الصدفة، نسختين وراثيتين عن جينة صاغرة، بينما يحمل آباؤهم واحدة فقط.

المَهَقُ Albinism، هو الحالة الكلاسيكية للوراثة الصاغرة. وهناك، في بريطانيا، طفل واحد أمْهَق من كل عدة آلاف. يفتقر هذا الطفل عادة إلى وجود الصبغ في عينيه، أو شعره، أو جلده. وهي حالة شائعة على نطاق أوسع خارج بريطانيا. حيث تصل نسبة المُهَق بين أطفال الهنود الأمريكيين إلى 150/1. ووفقاً لكتاب أخنوخ (واحد من كتب العهد القديم المزيفة)، كان نوح بالذات يعاني من هذه الحالة. ولكن ليس هناك دليل وجيه على وجود جينة المهق عند أحفاده.

جميع الأطفال المُهْق تقريباً ينجبهم آباء لون الجلد عندهم سوي. ولا بد أن يكون هذا الوالد حاملاً جينةً مهقاء تتزاوج مع نسخة أخرى من جينة الصبغ الكامل. إن نصف النطاف عند الأب تحمل جينة مهقاء. فهل ينبغي لواحدة من هذه النطاف أن تقوم بتخصيب واحدة من ذلك النصف من بيوض شريكته التي تحمل الشيء نفسه، وبالتالي، يولد الطفل حاملاً نسختين من الشكل الصاغر ويكون أمهقَ؟ في زواج كهذا يصل احتمال أن يكون أي طفل أمهقاً إلى نصف النصف. واحتمال واحد من أربعة هذا يصح على جميع الأطفال. لولا أن المسألة ليست على هذا النحو، لأن بعض الآباء يظنون أن إنجاب طفل أمهق يعني أن الأطفال الثلاثة القادمين سيكونون أسوياء حتماً.

عندئذٍ، يمكن لنماذج الوراثة الإنسانية أن تتبع الأسس ذاتها كحبة البازلاء. ولكن علم الحياة قلما كان بمثل هذا الوضوح والبساطة. . فليس هناك مايدهش إذا علمنا أن تاريخ علم الوراثة الإنساني، في معظمه، اشتمل على وجود استثناءات لقوانين ماندل.

فالجينات، على سبيل المثال، لاتحتاج إلى أن تكون سائدة أو صاغرة. إذ يمكن لجميعها أن تُظهِر تأثيراتها في بعض الزمر الدموية. فالشخص الذي يحمل جينة الزمرة A والزمرة B يكون دمه AB، ويشارك بخواص كلتا الجينتين. وعند دراسة الوراثة على المستوى الجزيئي، يبتعد كلياً مفهوم السائد والصاغر. فيمكن دون صعوبة التعرف على التبدل في ترتيب أسس الدَّنا. يمكن أن نميز الناس الذين يحملون نسختين لجينة سوية من أولئك الذين يحملون سلسلة دَنا سوية وأخرى شاذة ومن أولئك الذين ورثوا جرعتين من تسلسل الدَّنا المتبدل. ويتيح لنا علم الحياة الجزيئي أن ندرك سلوك الجينات بصورة مباشرة أفضل من أن نستنتج مايجري من تقصي وراثة ماتسببه تلك الجينات، كما فعل ماندل.

وكان ماندل سيصاب بالدهشة لو علم أن هناك نتيجة أخرى تتضمن أن جينة واحدة يمكن أن تتحكم في كثير من الصفات. فعلى سبيل المثال، يحمل الشكل المختلف للهيموغلوبين المنجلي كافة أنواع التأثيرات الجانبية. فقد يعاني الناس الذي يحملون النسختين من تلف دماغي، وقصور قلبي، وشذوذات هيكلية. وعلى العكس، هناك بعض الصفات (كالطول والوزن) تتحكم فيها جينات كثيرة. والأكثر من ذلك، هو أن المعدلات الماندلية تتبدل أحياناً لأن هذا النمط الجيني أو ذاك قد يكون مهلكاً أو مفيداً.

كل هذا (وأكثر منه) يعني أن دراسة الوراثة أصبحت موضوعاً معقداً. رغم ذلك، تنطبق قوانين ماندل على الإنسان بقدر ماتنطبق على أي مخلوق آخر، وهي بسيطة إلى حد مضلل. وسرعان مااستخدمت، بعد إعادة اكتشافها، لتعليل نماذج التشابه العائلي التي يمكن إدراكها وبعض من تلك التي لا يمكن إدراكها. وظهرت سلاسل نسب طويلة قيل إنها تُثبت أن انفعالات المزاج السيء تُعزى إلى جينة سائدة وأن هناك جينات خاصة باضطراب يدعى السفر في البحر Going to sea أو الدرابتومانيا Drapetomania، وهو فرار مرضي بين العبيد. هذا الدافع إلى التعليلات البسيطة ملحٌّ في هذه الأيام، ولكن، بصورة رئيسية، بين الآخرين من غير علماء الحياة. وقد تورط معظم علماء الوراثة، أكثر من مرة، عندما ظنوا أن الماندلية تفسر كل شيء.

لم يهتم ماندل بالمادة التي تصنع منها الجُسَيْمات الوراثية أو بمكان وجودها. وهي، في اعتباره، مجرد وحدات تنتقل من الآباء إلى الأبناء. وراح علماء آخرون يتساءلون حول طبيعتها. ففي عام 1909، وقع عالم الوراثة الأمريكي توماس هانت مورغن صدفة، وهو يبحث عن مُرَشَّح لتجارب التهجين، على ذبابة الفاكهة المتواضعة. وساعده هذا الاختيار الملهم مع عمله بذبابة الندى ذات البطن الأسود (مُحِبَّة العسل السوداء البطن) في فتح الطريق لوضع خريطة للجينات الإنسانية.

وذبابة الفاكهة ترث كثيراً من صفاتها وفقاً لطريقة ماندل البسيطة. ولكن مورغن اكتشف نماذج وراثية شاذة، كانت أقل وضوحاً من تلك التي كان ماندل قد درسها. فعندما كان يجرى تهجين حبوب البازلاء، لم يكن هناك فرق، سواء حمل هذا الوالد أو ذاك بذوراً خضراء أو صفراء. فكانت النتائج واحدة، سواء كان الذكر أخضر والأنثى صفراء، أو العكس. ولكن بعض الصفات عند ذباب الفاكهة أظهرت نتائج مختلفة. لأن بعض الجينات، كتلك التي تبدل لون العينين من الأحمر إلى الأبيض، كانت تتأثر في حالة كون لون العينين أبيض عند الأم أو الأب. وعندما كان يجري تهجين آباء بيض العيون مع أمهات حمراوات العيون، كانت الذرية تأتي كلها حمراء العيون، وتختلف النتيجة عندما كان يجري التهجين بطريقة معكوسة (أمهات بيضاوات العيون وآباء حمر العيون). في هذه الحالة، كان جميع الذكور يأتون بيض العيون والإناث حمراوات العيون. ومما أدهش مورغن، أن جنس الوالد الذي يحمل جينة خاصة كان يؤثر على مظهر الذرية.

كان مورغن يعرف أن ذباب الفاكهة، ذكوراً وإناثاً، يختلف بطريقة أخرى. فالصبغيات أجسام مزدوجة في نوى الخلايا التي تظهر على شكل ضفائر قاتمة.

وتبدو معظم الصبغيات متشابهة عند كلا الجنسين، ولكن زوجاً واحداً، هي الصبغيات الجنسية، يبدو مختلفاً. حيث تحمل الأنثى صبغيّيX كبيرين؛ والذكر صبغي X واحداً وصبغي Y أصغر.

لاحظ مورغن أن نمط وراثة لون العيون ينتج عن لون الصبغيX. فالذكور الذين يحملون نسخة واحدة فقط من الصبغي X (الذي ياتي من الأم، والصبغيY من الأب)، يظهرون دائماً كأمهاتهم. وعند الإناث، ترافقت نسخة الصبغيX من الأم مع نسخة أخرى من الأب. وفي التهجين بين أمهات بيضاوات العيون وآباء حمر العيون، جاءت الذرية المؤنثة وهي تحمل صبغيّي X، أحدهما يحمل الـ "أبيض" والآخر يحمل الـ "أحمر". وكانت عيونها، كما توقع ماندل تماماً، شبيهة بعيني أحد الوالدين، وهو، في هذه الحالة، الوالد الأحمر العينين.

تُظهِر الجينة الخاصة بلون العيون والصبغي X، على نحو دقيق، نموذج الوراثة نفسه. ومعنى هذا، في رأي مورغن، أن الجينة الخاصة بلون العيون موجودة على الصبغي X. فأطلق على هذا النموذج تسمية "الترابط الجنسي". سابقاً، كان الصبغي، شأنه شأن جسيم ماندل الافتراضي، يصلح كمرشح لحمل الجينات لأن عدد الصبغيات يتوزع مناصفة في النطفة والبيضة مقارنة بالخلايا الجسدية.

وتصلح النماذج نفسها عند الإنسان. ففي كل خلية جسدية، يحمل الشخص ستةً وأربعين صبغياً. اثنين وعشرين منها مزدوجة، ولكن الصبغيات الجنسيةX وY متميزة. وبما أن الصبغي Y يحمل جينات قليلة جداً، فإن قاعدتي السيادة والصغار الماندليتين لا تصحان عند الذكور. وتُظهِر أية جينة موجودة على صبغيX مفرد تأثيراتها عند الذكر، سواء كانت عند الأنثى صاغرة أم لا.

وراثة عمى الألوان الإنساني تشبه تماماً وراثة لون العينين عند ذبابة الندى (دروسوفيلا). فعندما يتزوج رجل مصاب بعمى الألوان من امرأة سوية، فإنه لن ينجب طفلاً مصاباً، ولكن المرأة المصابة بهذا المرض والمتزوجة من رجل سوي البصر، سوف تنقل الحالة إلى أبنائها الذكور دون الإناث. ولما كان كافة الذكور ممن يحملون شذوذاً في الصبغي X يُظهِرون آثاره (بينما تختبيء الجينة عند معظم الإناث بصبغي الرؤية السوية)، فإن عمى الألوان يكون أكثر شيوعاً عند الصبيان منه عند البنات.

وهناك شذوذات أخرى تُظهِر النمط نفسه. فحثل دُشَيْن العضلي داء يخرب العضلات. وقد تظهر أعراضه في الثالثة من العمر، وكثيراً مايستخدم المرضى مشدّات الساق وهم في السابعة، والكرسي ذي العجلات في الحادية عشرة، ويموتون

عادة قبل الخامسة والعشرين. وبما أن الجينة مرتبطة بالجنس، فإنها، كعمى الألوان، أكثر شيوعاً بين الصبيان. يعاني الوالد الذي يرى أحد أبنائه يموت بسبب الحثل العضلي من وضع مكرب لأنه يدرك أن بقية أبنائه قد يرثون هذا المرض بمعدل يصل إلى واحدة من كل فرصتين.

يؤدي الارتباط الجنسي إلى اختلافات مهمة بين الجنسين. فبالنسبة للصبغي X، تحمل النساء نسختين من كل جينة، أما الرجال فيحملون واحدة فقط. ومعنى هذا أن المعلومات الوراثية متوفرة لدى النساء أكثر من توفرها لدى الرجال. وكما رأينا في الفصل السابق، هناك مستقبلتان مختلفتان لإدراك اللون الأحمر. وبما أن الجينة تكون على الصبغي X، فإن الكثيرات من النساء لابد أن يحملن كلتا المستقبلتين الخاصتين باللون الأحمر، وكل منهما حساسة لنقطة مختلفة في الطيف، بينما يكتفي الذكور بمستقبلة واحدة فقط. وهكذا، يكون مدى التجربة الحسية عند هؤلاء النسوة أوسع، فيما يخص اللون على الأقل، مما هو عليه عند أي رجل.

مهما كانت حسنات رؤية العالم بطريقة مختلفة، فإن النساء يعانين من مشكلة كامنة عند التعامل مع الارتباط الجنسي. لأن أية زيادة في أحد الصبغيات إلى حجم الصبغي X، تعتبر، بصورة طبيعية، زيادة مهلكة. فكيف إذن تواجه الإناث اثنين منها، مع أن واحداً فقط يحتوي على كافة المعلومات اللازمة لتكوين كائن إنساني سوي (أو ذكر على الأقل)؟ الجواب عن هذا التساؤل يدعو إلى الدهشة. ففي كل خلية تقريباً من جسد المرأة يتم تعطيل هذا الصبغي أو ذاك من صبغيّي X. وكانت عالمة الوراثة، ماري ليون، هي التي اكتشفت هذه العملية، ولذلك أطلقت عليها تسمية ليونيزيشن Lyonisation. ويأتي أكثر الأمثلة دقة من القطط. فالقطط الذّبليّة Tortoiseshell cats تعرض مظهراً مرقطاً، يأتي من تمازج مجموعات صغيرة من الشعر الأصفر والأسود. هذه القطط كلها إناث جاءت من عملية تهجين يعطي فيها أحد الوالدين جينة الشعر الأسود والوالد الآخر جينة الشعر الأصفر. وجينة لون الفروة مرتبطة بالجنس أيضاً. ويعمل مايقرب من نصف خلايا الجلد عند القطة الصغيرة على تعطيل الصبغي X الذي يحمل الجينة السوداء والباقي من جينة اللون الأصفر. ومن هنا، تصبح الفروة مزيجاً من نموذجين من الشعر يختلف فيهما حجم البقع من قطة إلى أخرى.

يحدث الشيء نفسه عند البشر. فإذا أنجبت امرأة طفلاً مصاباً بعمى الألوان، فلا بد أن تكون هي بالذات حاملة لجينات مستقبلة حمراء سوية وأخرى شاذة. وعندما يجتاز شبكيتها شعاع ضئيل من نور أحمر أو أخضر، تتغير قدرتها على معرفة

اللون، وهو يعبر من مجموعة إلى أخرى من الخلايا. وهي، في نصف المرات تقريباً، تحقق تطابقاً تاماً، ولكنها لن تكون في النصف الباقي، أفضل من ابنها المصاب بعمى الألوان في التعرف على الأحمر والأخضر. يجري تعطيل مختلف صبغيات X في كل خلية حساسة للّون، سواء في الخلية السوية أو تلك التي تحمل جينة عمى الألوان.

هناك اختلاف آخر مهم في نماذج الوراثة بين الجنسين. ويشمل هذا الاختلاف الجينات المتقدرية. فعندما يتم تخصيب بيضة ما، ينتقل الكثير من هيولاها (بما فيها المتقدرات) إلى المضغة المتطورة. والنطفة لاتنقل pass on متقدرات. ولذلك يحمل الدَّنا المتقدّري، كما رأينا في الفصل السابق، نموذجه الخاص في الوراثة: ينحدر على امتداد السلسلة المؤنثة. ويحتوي على تاريخ نساء العالم، دون تدخل مذكر تقريباً. فالدَّنا المتقدّري عند الملكة أليزابيت الثانية لم ينحدر من الملكة فيكتوريا (سالفتها من طريق السلسلة المذكرة)، بل من آن كارولين معاصرة فيكتوريا الأقل شهرة، والتي توفيت في عام 1881. تعزى بعض الأمراض الوراثية (كالعمى الناجم عن تلف العصب البصري) إلى الدَّنا المتقدري التالف الموروث من السلسلة المؤنثة. لأن الأمهات ينقلن الجينة إلى الأبناء والبنات، ولكن البنات فقط ينقلنها إلى الجيل التالي. ويختلف هذا النموذج تماماً عن نموذج الوراثة المرتبط بالجنس.

تلك إذن هي أسس اللعبة الوراثية. والباقي، من الآن فصاعداً، هو علم الحياة الجزيئي: علم الميكانيك قبل علم الطبيعة. ممَّ تتكون الجينات فعلاً؟ هذا ماتم إثباته عن طريق اكتشاف أنه كان يمكن تغيير شكل المستعمرات الجرثومية عن طريق إدخال "مبدأ التحويل" المستخلص من قريب يحمل المستعمرات المتشكلة بمختلف أنواعها. كان الدَّنا هو مبدأ التحويل، الدَّنا الذي اكتُشِف قبل سنوات كثيرة بعد تجارب مقرفة استُخدِمت فيها ضمادات مشبعة بالقيح. وكان القيح من أكثر المواد أهمية في علم الحياة.

كيف توطدت قصة تركيب الدَّنا، الحِلزُون المزدوج؟ ولكنها قصة معروفة لاتحتاج إلى تكرار. يتألف الجزيء من شريطتين مجدولتين، تتركب كل منهما من سلسلة من أسس كيميائية- أدينين Adenine، وغوانين Guanine، وسيتوسين Cytosine، وثيمين Thymine (واختصاراً، A، و G، و C، و T)-إضافة إلى السكريات ومواد أخرى. وتقترن هذه الأسس بعضها مع بعض: الأدينين مع الثيمين، والغوانين مع السيتوسين. وكل شريطة تكمل الأخرى. وعندما تنفصلان تعمل كل منهما كمرصاف لتكون شريطة اقترانها. يحتوي ترتيب الأسس، على امتداد الدَّنا،

على المعلومات اللازمة لإنتاج البروتينات. ويتكون كل بروتين من سلسلة من لبنات مختلفة، أي أحماض أمينية. وتَرَمَّز التعليمات لتركيب كل حمض أميني إلى سلسلة مؤلفة من ثلاثة أحرف من أبجدية الدَّنا.

تنتقل الرسالة الوراثية التي يتضمنها الدَّنا إلى هيولى الخلية (حيث تُصنَع البروتينات) عن طريق وسيط هو الرَّنا RNA (الحمض النووي الريبي Ribosenucleic acid). يأتي هذا الحمض في عدة أشكال مميزة، كل منها معني بنقل معلومات وراثية من الدَّنا إلى البروتينات.

أصبح تركيب الدَّنا اليوم جزءاً من إرثنا الثقافي. وهو عامل التواصل بين الأجيال. والقدرة على قراءة رسالته- والتدخل فيها-حولت فهمنا للمكان الذي نشغله في الطبيعة وسيادتنا على المخلوقات الموجودة هناك. يجدر بنا أن نتذكر أن أسس اللعبة الوراثية كانت قد استنبطت دون معرفة أين كانت الوحدات الوراثية أو مم صُنِعَت. وماندل، شأنه شأن نيوتن، لم يهتم بالتفاصيل. كان سعيداً في عالم الجُسَيْمات المتآثرة والمستقلة التي تسلك وفقاً لأسس بسيطة. لقد استفاد من تلك الأسس كثيراً، وكثيراً مانجحت كما نراها اليوم.

ومن جديد نقول: إن ماندل، كنيوتن، حقق نصراً ولكنه نصر محدود تقريباً. فعلم الحياة الجزيئي حول قصة جميلة، قامت على أساس البازلاء، إلى رواية أكثر ضبابية وأشبه شيء بحساء البازلاء. وسوف نصف في الفصل التالي الضباب الوراثي الحديث.

الفصل الثالث

3 تعديـل تراث هيرودوت

ظن الرحالة الأغريقي هيرودوت أنه يعرف العالم جيداً. فقام برحلة حول البحر الأبيض المتوسط وسمع الكثير عن رحلات الفينيقيين إلى أفريقيا. وعن طريق جمع مايعرفه من المعالم الأرضية مع معارفهم، توصل إلى استنتاج يفيد بأن "طول أوروبا يعادل طول أفريقيا وآسيا معاً، أما عرضها فلا يقارن معهما في رأيي". فوضع بذلك الأمور في مواضعها الصحيحة تقريباً فيما يخص علاقة كل منها بالآخر ولكن المسافات الفيزيائية بينها كانت خاطئة بشكل يدعو إلى الرثاء.

وعلى مدى ألفي سنة، كان يتم وضع الخرائط وفقاً للطريقة الإغريقية. فكانت خرائط نسبية توضع عن طريق محاولة ترتيب المعالم الأرضية جملة، دون قياس المسافات الثابتة بينها. فبدت الأجزاء الصغيرة المعروفة من داخلية البلاد أكبر مما تستحق. ولم تكن خرائط القرون الوسطى أفضل بكثير. فكان شكل قارة أفريقيا مشوهاً، مع أنه كان يمكن تمييزه. وكان إدراك رسامي الخرائط للبعد تحدده المدة التي تستغرقها الرحلة بين نقطتين أكثر مما يحدده بعدهما الحقيقي عن بعضهما بعضاً.

وعلم الوراثة، كعلم الجغرافيا، يتركز على الخرائط؛ وخريطة علم الوراثة خريطة وراثية موضوعها نحن. لم يكن ممكناً قياس المسافات الحقيقية على سطح الأرض قبل اختراع الساعة والموصلة، وذلك بعد هيرودوت بألفي سنة. وما أن بلغ هذا الاختراع حد الكمال، حتى ظهرت خرائط جيدة بدا هيرودوت على هديها كالأبله. واليوم، يحدث الشيء نفسه مع علم الأحياء. ويبدو أن علماء الوراثة كانوا، حتى قبل بضع سنوات، يرتكبون الأخطاء نفسها كقدماء الإغريق.

وكما هي الحال مع رسم خريطة العالم، كان وضع خريطة متقدمة للجينات ينتظر حدوث تقدم تقني. وما أن حدث ذلك، حتى راح شكل الأطلس البيولوجي يتغير بسرعة كبيرة, وما كان يبدو قبل عقدين خريطة بسيطة وموثوقة للمجين (الذي

كان يقوم على أساس وراثة معالم بارزة كلون حبات البازلاء أو المرض الخِلقـــي) يبدو اليوم مشوهاً جداً.

اكتشف مورغن، عن طريق دراسته لذباب الفاكهة، مجموعة من الصفات التـــي اقتفت أثر قوانين ماندل في الوراثة. فلم تكن خطوط انتقالها عبر الأجيال مترابطـــة مع بعضها بعضاً. وكان هناك استثناء هام. فبعض مزائج الصفـــات، كتلـــك التـــي تحملها الصبغيات الجنسية، لم تتصرف وفقاً لهذه الطريقة. وكان ماندل قد اكتشـــف أن المعدلات الوراثية، فيما يخص لون حبات البازلاء، لم يتـــأثر بكونـــها كرويـــة أو مجعدة. واكتشف مورغن أن الصفات المزدوجة (كلون العينين والجنس) كثـــيراً جداً ما تنتقل مع بعضها بعضاً عبر الأجيال. وسرعان مااكتُشِـــف أن كثـــيراً مـــن الجينات المختلفة (كالجينات الخاصة بلون العيون، والأجنحة المصغَّرة وشعر الجسم المتشعِّب) عند ذباب الفاكهة تشترك في نمط وراثي مع الجنس ومع الصبغي X. ولم تكن مستقلة كما افترضت قوانين ماندل. ووصفها مورغن بالترابط.

وفي غضون بضع سنوات، تبين أن صفات أخرى تنتقل مع بعضها بعضاً، حتى مع عدم وجودها علىالصبغيات الجنسية. وأظهرت التجارب الجادة لتهجين ملاييـــن الذباب أنه يمكن تصنيف جينات ذبابة الندى إلى مجموعات على أساس مافإذا كـــانت وراثتها قد تمت مستقلة حسب الطريقة الماندلية أم لا. وسلكت بعض مزائج الصفات تماماً كما توقع ماندل. وفيما يخص المزائج الأخرى، مـــالت مجموعـــة الصفـــات المنحدرة من أحد الوالدين إلى البقاء مع بعضها بعضاًعند الأبنـــاء وفـــي الأجيـــال التالية. وكانت الجينات التي توجهها موجودة، حسب رأي مورغن، فـــي مجموعـــة الترابط نفسها. وسرعان مااكتشف أن عـــدد مجموعـــات الـــترابط ممـــاثل لعـــدد الصبغيات. فمثل هذا الاكتساف بداية لوضع "خريطة الترابط" عند ذبابـــة النـــدى. وأصبح فيما بعد يمثل الصلة بين الماندلية وعلم الحياة الجزيئي.

والترابط هو ميل مجموعات الجينات إلى السفر مع بعضها بعضا عبر الأجيـــال. ولكن هذا الميل ليس مطلقا. فالجينات قد تترابط بإحكام وتنتقل عبر الأجيال أو قـــد تظهر أفضلية ضعيفة لمرافقة بعضها بعضا. ويعلل عدم اكتمال الارتبـــاط وقـــوع بعض الحوادث الشاذة أثناء تكون البيضة والنطفة. تحتوي كل خلية على نســـختين من كل صبغي. وينقسم العدد مناصفة عن طريق انقسام خلوي مـــن نـــوع خـــاص يحدث في الخصية والمبيض. وأثناء هذه العملية، تمكث الصبغيات مع بعضها بعضا أزواجا وتتبادل أجزاء تركيبها. ولهذا السبب، تحتوي خلايا النطاف والبيوض مزائج من المادة الصبغية التي تختلف عن المادة الموجودة في خلايا الآباء الذين أنتجوها.

ظن مورغن أن هذا ربما يفسر سبب التناغم الوثيق في توريث بعض الجينات من مجموعة الترابط بينما يكون الاتحاد بين جينات أخرى أقل صميمية. ورأى أن الجينات إذا كانت تتوضع متقاربة جداً من بعضها بعضاً على الصبغي، فإنها تكون أقل ميلاً إلى الانفصال عندما تتبادل الصبغيات المادةَ أثناء تشكّل النطفة أو البيضة. ولكنها غالباً ماتنفصل إذا كانت متباعدة كثيراً عن بعضها بعضاً. أما الجينات التي نرثها مستقلة فتحملها صبغيات مختلفة.

التأشيب، كما تسمى العملية، يشبه خلط "فتة" من ورق الشدة الأحمر والأسود. فتميل ورقتان حمراوان بعيدتان عن بعضهما بعضا في "الفتة" إلى الانفصال عند تقسيم مجموعة جديدة من الورق أكثر مما لو كانتا قريبتين. وهو، أي التاشيب، إعادة تنظيم الميراث المنحدر من كل والد. فبعد أن تتخذ الصبغيات أمكنتها ، يمثل كل صبغي في الجيل التالي مزيجا جديدا من المادة الوراثية التي تشكلت من أجزاء أعيد تنظيمها من الزوج الصبغي المناسب.

استخدم التأشيب لوضع أول الخرائط الوراثية. فأظهرت تلك الخرائط ترتيب الجينات، ولا شيء آخر ذا أهمية. وكبطاقات "فتة" الورق في يد لاعب ماهر، يجري ترتيب الجينات على كل سلسلة. ويمكن تعيين موضعها بالقدر الذي يزعج فيه هذا الموضع كل جيل عند خلط البطاقات الوراثية. ويشير مورغن إلى أن الجينتين اللتين قلما تنفصلان عن طريق التأشيب، يجب أن تكونا قريبتين إلى بعضهما بعضا فوق الصبغي، أما الجينات التي كثيرا ماتكون منفصلة، فتكون أكثر تباعدا. وعن طريق دراسة وراثة الجينات في ثنائياتها وثلاثياتها، اكتشف مورغن نظامها والتباعد النسبي للمسافات بينها. وأتاح جمع المعلومات من المجموعات الصغيرة للصفات الوراثية وضع خريطة ترابط لجينات ذبابة الندى.

كانت جبارة مقاربته التي وضع فيها خريطة معارضة للماندلية. وقد استخدمت في الجراثيم، والبندورة، والفئران، وفي كثير من المخلوقات الأخرى. ورسمت بهذه الطريقة خرائط لآلاف كثيرة من الجينات. وكان كل شيء عند ذبابة الندى مرتبا بانتظام على امتداد الصبغيات.

وبما أن هذا العمل يتطلب القيام بإجراء تجارب إنسال، لذلك بقيت خريطة الارتباط الإنسانية، إلى حد ما، فراغا تاما ومطلقا. وتعتبر معظم العائلات صغيرة إذا ما أردنا البحث عن الانحرافات عن قوانين ماندل. ونتيجة لذلك، كان الأمل ضئيلا في وضع خريطة وراثية للجنس البشري.

وكان الترابط الجنسي هو الاستثناء الوحيد في هذا الحقل المجهول. ومن الواضح أنه إذا ارتبطت الجينات بالصبغي X، فلابد لها بالتالي من الارتباط مع بعضها بعضا. وهكذا لم يمض وقت طويل قبل أن توضع خريطة تربط كثيرا من الصفات الإنسانية بالصبغي X. ومع ذلك، كان العمل في وضع هذه الخريطة يجري ببطء على نحو محزن. فمنذ عام 1911، وضعت خريطة تربط جينة عمى الألوان بالصبغي X. ولم تظهر أول نماذج الربط بالصبغيات الأخرى حتى عام 1955، عندما اكتشف أن جينة زمر الدم ABO ترتبط بشذوذ الهيكل العظمي. وتم في السنة التالية تثبيت العدد الفعلي للصبغيات الإنسانية، ووضعت في عام 1969 خريطة تربط أول جينة غير مرتبطة بالجنس إلى صبغي نوعي. استغرق وضع خريطة الربط عند الإنسان زمنا طويلا وما زالت هناك طريق طويلة لابد من اجتيازها.

تحول علم الوراثة إلى المعاينة عن طريق مقاربة غير بارعة كثيرا ولكنها أكثر فعالية. لم تعتمد تلك المقاربة على تجارب الإنسال. ولكنها، بدلا من ذلك، تضمنت نوعا تقليديا جدا من خريطة، خريطة فيزيائية تظهر التنظيم الفعلي لكافة الأسس على امتداد الدنا أكثر من كونها خريطة بيولوجية وضعت على أساس أنماط الوراثة. فغيرت هذه الخريطة وجهات النظر التي كانت سائدة حول طبيعة الجينات.

أظهرت الثورة التقنية في علم الحياة الجزيئي، خلال وقت قصير يبعث على الدهشة، طبيعة الدنا، وإلى حد ما، كيف تعمل. قبل ثلاثين سنة، كان علماء علم الحياة الجزيئي معتدين بأنفسهم. فقد اعتقدوا أنهم وضعوا حلولا لمشكلات الوراثة جميعها، وخصوصا القدرة على قراءة الدنا التي ينبغي أن تحقق ماأخفقت الدراسات العائلية في تحقيقه. وتعرفهم بمواقع جيناتنا وبالنظام الذي تعمل بموجبه. ولا بد من اكتمال الصرح الذي وضع ماندل أسسه، وكان التفاؤل معقولا في ذلك الوقت. فقد كان هناك ما يسوغ الاعتقاد بأن الخريطة الفيزيائية للجينات تبدو شبيهة بالخريطة البيولوجية التي تقوم على أساس نماذج الوراثة، وقد تحل محلها يوما ما. واكتملت ثقة علماء علم الحياة الجزيئي بموجة الدعاية الذاتية التي كان يمكن أن تبدو غريبة في نظر مؤسسي علم الوراثة.

وأقل ما يمكن قوله، هو أن هذا التفاؤل اضمحل بسرعة. فقد أظهرت أولى الاستكشافات لمنطقة مجهولة تقع على امتداد سلسلة الدنا أن الخريطة الفيزيائية تختلف إلى حد كبير عن خريطة الترابط. لأن الجينات نفسها، بعيدا عن كونها خرزات منظومة في خيط صبغي، تحمل تركيبا معقدا غير متوقع.

كان علماء علم الحياة قبل عشرين سنة، وكان علم الوراثة الإنساني مـــا يـــزال طفلا، يحملون فكرة مضحكة عن طبيعة العالم. وكما هي الحال في خريطة عقليـــة لصبي في الحادية عشرة من عمره (أو لهيرودوت)، فإن خريطة الترابط ضمت فقط بضعة معالم بارزة عرضت في سياق علاقتها مع بعضها بعضـــا. ولكـــن مقيـــاس المسافة، في استخدامه الممل، إنما الهادف، بدل كل ذلك.

اعتمد مستكشفو الجزيئات في نجاحاتهم، كأســـلافهم الجغرافييـــن، علـــى أدوات التخطيط الحديثة التي جعلت من العالم مكانا أوسع وأكثر تعقيدا. ولا ريب فـــي أن تلك الأدوات التي استخدمت في علم الجغرافيا الجزيئي تستحق أن نأتي على ذكرها.

كانت أول وسيلة هي الرحلان الكهربائي، أي فصل الجزيئات في حقل كهربائي. فكثير من المواد البيولوجية، بما فيها الدنا، تحمل شحنة كهربائية. فإذا وضعت هـــذه المواد بين نهايتين، إيجابية وسلبية، فإنها تتحرك نحو هذه النهاية أو تلك. وتســـتخدم مادة هلامية (تعمل كمصفاة) لتحسين الأداء. وكانت الهلامات تصنع سابقا من نشـــاء البطاطا، بينما تصنع اليوم من بوليمرات Polymers كيميائية. وقد نجح هلام الفريـــز تماما عند تجربته. يعمل الهلام على فصل الجزيئات حسب الحجم والشكل. وتتحرك الجزيئات الكبيرة ببطء أكبر وهي تتخلص من المصفاة. وهناك عدة طرق تحســـن العملية، كما في العمل على عكس التيار كل بضع ثوان. هـــذا يعنـــي أن الأجـــزاء الطويلة من الدنا يمكن ترحيلها، لأنها تلتف وتنحل كلما أطلقت الطاقة.

يمكن للحاسوب الذي أعمل عليه لإعداد هذا الكتاب أن يقـــوم بأعمـــال عديمـــة الفائدة. ومن مواهبه، إذا ماطلبت منه أن يصنف الجمل حسب طولها، أن يراصـــف هذه الجملة بكلماتها العشرين مع كثير من جمل مختلفة لاعلاقة لها ببقية هذا الكتاب. والرحلان الكهربائي يصنع مثل هذا مع الجزيئات. ويمكن قياس طول كل جزء مـــن الدنا عن طريق رؤية المسافة التي يجتازها إلى الهلام. ويتم تحديد موضعه بـــالنور فوق البنفسجي (الذي تمتصه الدنا)، والأصبغة الكيميائيـــة أو العلاقـــة الإشـــعاعية. ويتراصف كل جزء مع كافة الأجزاء الأخرى التي تحتوي على العدد نفســـه مـــن حروف الدنا.

هناك وسيلة أخرى لمعاينة الدنا تستخدم فيها إنظيمات مستخلصة من الجراثيـــم. تتعرض الجراثيم لهجوم الحمات التي تحشر نفسها في دنا الجراثيم وتجبرها علـــى إعداد نسخ لها. ولكن الجراثيم لها دفاعها الخاص بها: إنظيمات لتقطيع دنا الغريـــب. يمكن استخدام "إنظيمات التقييد" هذه لتجزئة الجينات الإنسانية إلى قطـــع. وهنـــاك

العشرات من تلك القطع، كل منها تقطع مجموعة نوعية من حروف الدنا. ويعتمد طول الأجزاء المقطوعة التي تظهر على مدى تكرار تلك المجموعة. فإذا ماجزئت كل جملة في هذا الكتاب كلما ظهر حرف "و"، فسيكون هناك آلاف الشظايا القصيرة. وإذا ميز الإنظيم كلمة "موزة" (التي تظهر أحيانا بالتأكيد)، فإنه سوف يحدث فقط بضع شظايا بطول آلاف الأحرف.

توفر مواضع القطع (كمواضع "و" و "لكن" و "موزة") مجموعة من المعالم البارزة على طول الدنا. وحالما نعرف مكان وجودها، نكون قد تقدمنا أول خطوة على طريق وضع خريطة فيزيائية للكتاب بالذات تقوم على أساس ترتيب الحروف والكلمات التي يحتويها. هذه العملية قريبة من العملية التي قام بها الطلاب الذين اقتحموا السفارة الأمريكية في طهران بعد سقوط الشاه. وبذلوا جهدا استثنائيا عندما قاموا بجمع أجزاء من وثائق سرية كانت وضعت في آلة للتمزيق. وعن طريق رؤيتهم كيف تتوافق الشظايا المنفصلة، أعادوا بناء رسالة طويلة خطيرة ومعقدة.

وعلم الحياة الجزيئي يحقق الشيء نفسه. وهناك طرق عديدة تتسم بالبراعة فتتيح تقطيع الدنا إلى أجزاء لإدخالها إلى دنا الجرثوم أو الخميرة. كانت الدنا قد نسلت. فعندما ينقسم الجرثوم، فإنه يضاعف ليس فقط رسالته الوراثية، بل الجينة الغريبة أيضا التي كانت قد أدخلت. ونتيجة لذلك، يمكن إعداد ملايين النسخ من القطعة الأصلية للدنا ويمكن دراستها بالتفصيل المحكم اللازم للجغرافيا الوراثية.

كان التنسيل Cloning أساسيا للقيام بأولى الخطوات لوضع خريطة فيزيائية. ولكنها استبدلت بابتكار آخر، هو تفاعل سلسلة البوليمراز Polymerase، ويستخدم هذا التفاعل إنظيما يستخدم بدوره في النسخ الطبيعي للدنا لإعداد صور طبق الأصل للجزيء في المختبر. ولمواصلة تشابهنا الأدبي المشوه إلى حد ما، فإن PCR هي الناسخة البيولوجية التي يمكنها أن تنتج، حسب الحاجة، نسخا طبق الأصل لصفحة واحدة في الكراس الوراثي. يؤخذ إنظيم النسخ الفوتوغرافي من جرثوم يعيش في الينابيع الحارة، حيث يكون مستقرا عند درجات حرارة عالية. ويبدأ التفاعل بزوج من سلاسل الدنا الصناعية القصيرة-مشعلات-التي ترتبط إلى الدنا الطبيعي على كل من جانبي القطعة لكي تتوسع. وعن طريق تسخين وتبريد مزيج التفاعل وتغذيته بزاد من أربعة أسس، تنحل شرائط الدنا المزدوجة المستهدفة، وتنسخ نفسها بمساعدة الإنظيم، وتتشكل من جديد. وفي كل مرة تتكرر الدورة، يتضاعف عدد النسخ، وبسرعة كبيرة، تتولد ملايين الصور المطابقة للقطعة الأصلية من الدنا. وكان مخترع PCR تلقى جائزة نوبل في عام 1993.

وهناك نموذج آخر لحيلة تساعد واضعي الخرائط على استغلال قدرة الدنا على الارتباط بنسخة مطابقة لذاتها. فتشكل قواعد الدنا زوجين متطابقين؛ A مع T و G مع C. ولاكتشاف جينة ما، يجري في المختبر إعداد نسخة متممة لدناها. وعندما تضاف النسخة إلى خلية ما، فإنها تبحث وترتبط بمكافئها على الصبغي. وهكذا، ترسم خريطة الجينة. ويقوم الحاسوب بالعمل نفسه. فعندما نوجه إليه أمرا بسيطا، فإنه يقوم بالبحث عن أية كلمة نختارها ويشدد إضاءتها بلون أرجواني آسر. وينفذ هذا على نحو أفضل عندما يبحث عن كلمات نادرة (ككلمة "موزة"). إذا وسم مسبار الدنا بصبغ مشع، فإنه يمكن جعل الجينات تظهر بالطريقة نفسها. وتعرف هذه الطريقة بتصيد (التهجين المشع في المكان) الجينات. وهناك نوع معدل للصيد، يقضي بحل الدنا قبل أن تنصبغ. مما يجعل الطريقة أكثر حساسية ويتيح الفرصة لكلمة أوائلية وراثية أخرى، هي DIRVISH (أوائل الكلمات Direct Visual Hybridisation أي تهجين بالرؤية المباشرة).

أحدث كل هذا ثورة في وضع خريطة للدنا الإنساني. فهو أولا، حسن خريطة الترابط، بحيث يمكن تتبع نماذج وراثة سلاسل الدنا القصيرة عبر الأجيال تماما كما في حالة عمى الألوان أو الأصابع القصيرة. وفي الدنا، هناك ملايين المواضع التي تختلف من شخص إلى آخر. وكلها يمكن استخدامها في دراسة الإنسان. وبما أن معظم العائلات صغيرة في هذه الأيام، لجأ علماء الوراثة إلى التعاون مع المورمون[1] في الولايات المتحدة ومع البنغاليين في بريطانيا، وكلتا الطائفتين لديهما مايكفي من الأطفال لوضع شجرات النسب. وفي خطة أخرى بارعة، يستخدم تفاعل البوليمراز لمضاعفة نسخ الدنا من خلايا نطافية مفردة. وتوضع خريطة الترابط عن طريق مقارنة الصبغيات المعاد تنظيمها في النطفة مع الصبغيات عند الرجل صاحب النطفة. الأمر الذي يساعد علىالتغلب تماما على مشكلة حجم الأسرة.

مازال رسم خريطة الترابط عند البشر عملا يدعو إلى الرثاء. فقد كان علماء علم الحياة دائما يريدون وضع خريطة من نوع مختلف، خريطة من النوع الذي يستخدمه علماء الجغرافيا، لاتقوم على أساس التأشيب بل على أساس وصف فيزيائي مباشر للمادة الوراثية. والخريطة النهائية يجب أن تبين كل واحدة من رسائل الدنا الثلاثة آلاف مليون. المقارنة قاسية: مهاجمة المجين Genome بالزمن،

---

[1] – طائفة في الولايات المتحدة تجيز تعدد الزوجات. المترجم

والمال والملل حتى قراءة كامل الشيء من طرف إلى آخر. وفي ذلك الحين، حدث تقدم كبير. ولكن الحرب الخاطفة قد تكتمل مع نهاية القرن.

أول خطوة على طريق ربط خريطة الترابط بخريطة توضع على أساس علم الحياة الجزيئي تتوقف على مايعرف بضربة الحظ. لاحظ مورغن في واحدة من سلالات ذباب الفاكهة أن إحدى الجينات المرتبطة بالجنس عادة كانت تقوم بتصرف غريب نوعاً ما، فقد بدأت تسلك كما لو أنها لم تكن على الصبغي X إطلاقاً. ومن خلال المراقبة بالمجهر، تبين ماحدث. كان الصبغي X قد التصق بصبغي آخر وتم توريثه معه، فنجم تغيير في علاقات ارتباط الجينة من تبديل في موضعها الفيزيائي.

استخدمت هذه الحوادث الصبغوية في أول خطوة باتجاه خريطة فيزيائية إنسانية. ويحدث أحياناً خطأ في تشكّل النطفة أو البيضة وجزء من تنقلات الصبغي إلى موطن جديد. فيعتبر التبدل الذي يرافق نموذجاً وراثياً خاصاً لجينة ما دليلاً على مكان وجودها.

تغيب أحياناً قطعة صغيرة جداً من الصبغي. ويمكن أن يعاني في الحال من يتأثرون بذلك من عدة أمراض خِلقية. فقد حدث أن أصيب طفل أمريكي بقصور في الجهاز المنيع، وشكل من العمى الوراثي، وحثل عضلي. وكانت قطعة دقيقة من الصبغي X عنده مفقودة. ولا بد أن يكون من ضمنها قطعة الدَّنا التي تحمل هذه الجينات. وأظهر المريض الأمريكي أول إشارة حياتية فيما يتعلق بمكان توضع جينة الحثل العضلي-واحد من أكثر الأمراض الوراثية تكراراً وإزعاجاً. وكانت قطعة الصبغي المفقودة هي المعلم الذي يمكن أن تستقر عليه الخريطة الفيزيائية للباحة حول هذه الجينة.

وضع خريطة للجينات عن طريق البحث عن تبدلات في الصبغيات لايحتاج إلى انتظار الحوادث البيولوجية الطبيعية. إذ يمكن زراعة الخلايا البشرية في المختبر. ويمكن أيضاً زراعة خلايا الفأر أو الهامستر Hamster*. وعندما تزرع معاً مزائج من خلايا الفأر والإنسان، فإن هذه الخلايا قد تندمج، لتنتج هجيناً يحمل صبغيات من النوعين. وعندما ينقسم الهجين، يفقد الصبغيات (وما تحمله من جينات) من هذا النوع أو ذاك. وتضيع، بوجه خاص، بعض الجينات الإنسانية في كل مرة يُطرَد فيها الصبغي الإنساني. مما يدل على مكان وجود الجينات. وبالطريقة ذاتها، تترابط شُدَف صغيرة من الصبغي والجينات التي تحملها.

---

* الهامستر Hamster حيوان قارض شبيه بالفأر.

جرى في العصر الحاضر وضع خريطة للموضع التقريبي للصبغيات الخاصة تقريبا بكل الأمراض الوراثية التي يجري التحكم بها ببساطة. ولاقتفاء أثر تلك الأمراض إلى مسافة أبعد، نحتاج إلى مجموعة جديدة من أجهزة رسم الخرائط بمقاييس صغيرة. وتقنيات الترتيب السلسلي الأخرق، كما تعرف عاطفيا، تقنيات بسيطة. تعتمد إحداها على قدرة الدنا على نسخ ذاتها عندما يتوفر إنظيم خاص، وتجري تغذية المزيج بالأسس A وG، وC، وT. ويتضمن التفاعل نسخا "ناضجة" من قطع متطاولة تدريجيا لضفيرة دنا من هذا الطرف إلى ذاك. وتبدأ في الوقت نفسه أربع تجارب (تستخدم كل منها أساسا مختلفا). وتبدأ كل تجربة العملية في المكان نفسه في الدنا. وعن طريق المخادعة الكيميائية، يجري توقيف بعض الشرائط الناضجة كلما أضيف أساس. مما ينتج عنه مجموعة من قطع الدنا بأطوال مختلفة، تتوقف كل منها عند A، أو aG، أو aC، أو aT. ويعطي الرحلان الكهربائي للمزيج على الهلام نفسه أربعة خطوط متوازية من شظايا الدنا مرتبة بطول متزايد. وتعطي القراءة عبر الهلام أو نزولا فيه ترتيب الأسس.

إنه لعمل ممل على نحو مذهل. إذ يمكن لمختبر واحد أن يعقد الأمل على إنجاز جزء صغير جدا من كامل العمل، أي وضع خريطة لجزء صغير حول الجينة التي يجري البحث عنها. ويجري، بعدذلك، جمع هذه الخرائط المحلية-الخرائط البلدية- مع بعضها بعضا بالترتيب الصحيح لوضع خريطة أكبر للدنا. وهناك طريقة تقضي بإنشاء مجموعة من السلاسل المتراكبة من قطع قصيرة من الدنا. وهذا يشبه، إلى حد ما، إعادة صفحات مقتطعة من دليل أحد الشوارع إلى ترتيبها الصحيح عن طريق النظر إلى التطابقات عند طرف كل صفحة في محاولة لاكتشاف الشوارع التي تتجه في نسق واحد إلى بعضها.

تتطلب هذه الطريقة قدرا من عرافة الحاسوب. فهناك بعض الشرائح الصغيرة. وهناك حيلة تقضي بتجاوز عدة صفحات في دليل الشارع على أمل إغفال الأجزاء المملة، وخصوصا من الجوار. العمل كله عمل تكراري على نحو مفرط وكانت قد اقترحت-وهذا ليس من قبيل المزاح -ضرورة معاقبة علماء الحياة بوضع سلسلة لألف، أو عشرة آلاف، او مئة الف من أسس الدنا إذا ماأدينوا بتزييف نتائجهم.

من الأفضل مقارنة الهجوم على الخريطة الفيزيائية بتخطيط الوطن بمسطرة طولها ستة إنشات، بدءا من هذه الناحية ثم التقدم بعناد إلى الناحية المقابلة. فإذا ماأريد للعمل أن ينجح، فلا بد من زيادة السرعة في وضع السلاسل. ورغم ذلك، تبقى الحقيقة القاسية قائمة، حقيقة أنه يجب وضع خريطة للجزء الأكبر من ثلاثة

آلاف مليون أساس. وتبدأ التكنولوجيا عملها. فعندما بدأ العمل، قبل خمس وعشـرين سنة، كان يمكن للشخص الواحد أن ينجز حوالي خمسة آلاف من أسس الدنا سنويا. بينما أصبح اليوم قادرا على إنجاز أكثر من ذلك بخمسين مرة. فوضعت مجموعات من الخرائط المتراكبة بمقياس كبير لكل صبغي إنساني عن طريق إدخال قطع إلـى الخلايا الخمائرية (تقنية تنسيل يمكن أن تواجه قطعا طويلة جدا من الدنـا). والآن، أصبحت تغطي المجين بكامله خريطة ارتباط ثبت عليها الترتيب والموضع النسـبي لقطعة الدنا القصيرة المكررة. وهناك طرق حديثة يمكن أن تسـاعد فـي تسـريع العملية. وعما قريب، قد يصبح بالإمكان قراءة ترتيب الأسس عن طريق التفـرس بالمجهر الألكتروني العالي القدرة على طول الصبغي بنوع من البريلية[1] الجزيئية.

يستغرق رسم خريطة لكامل المجموعة وقتا طويلا، ويجادل بعضهم في أنها قلما تستحق الاهتمام. مع ذلك، لايبدأ المستكشف الذي يدخل إقليما جديدا بوضع خريطـة لأول قرية ثم يأخذ بتوسيعها بتفصيل مؤلم جدا حتى تغطي كامل الإقليم. بل يقـوم، بدلا من ذلك، باختيار المعالم الرئيسية البارزة ويؤجل التفصيلات غلى وقت لاحـق، حيث يحتمل أن يتعرف على ماهو مهم. وقد يكون مـن الأفضـل التركـيز علـى الأجزاء الأكثر أهمية، أي على الجينات التي تنتج البروتينات فعلا.

هناك مابين خمسين إلى مئة الف من هذه الجينات. يحول أكثرهـا فـي معظـم الخلايا، أما في الدماغ، فتعمل ثلاثون ألفا منها في أي وقت. وهذا العدد أكبر منـه في أي نسيج آخر وقد يساعد في تعليل ظاهرة أن أكثر من ربع الأمراض الوراثيـة يؤدي إلى مرض عقلي. وتأتي الخصيتان، عند الرجال، في الدرجـة الثانيـة بعـد الدماغ في نسبة الجينات النشيطة. فعندما تقوم الجينة بعمل ما، فإنـها تولـد الرنـا المرسال[2] Messenger RNA (جزيء متمم ينقل المعلومات الوراثية من الدنـا إلـى الجزء الرئيسي من الخلية) وبما أن الدنا لاتفعل شيئا، فإنها، في معظمـها، لاتولـد الرنا إطلاقا. ومن هنا يعتبر استخلاص الرنا المرسال طريقة ممتازة للتحري عـن الجينات العاملة. هذا العمل الآن قيد التنفيذ وقد اكتشفت عـدة آلاف مـن الجينـات الجديدة النشيطة في الدماغ. وما زال العمل الذي يقوم به أكثر هذه الجينـات غـير معروف تماما.

---

[1] –Braille: طريقة بريل في الكتابة لتعليم العميان. المترجم

[2] ـــ الحامض النووي الريبي Ribonucleic acid. المترجم

ربما يتم في النهاية وضع خريطة كاملة، فقط على أرضية أنه عمل جدير لأن المرء لايعرف أبدا ماالذي يمكن أن يحدث. ولإعداد هذه الخريطة، يجب أن تتضمن تأكيد واحدة من أكثر الحقائق العلمية غير المفهومة جيدا: أي أنه يمكن حل مشكلة ما عن طريق الإنفاق الطائل عليها.

بات واضحا الآن أن الخريطة الفيزيائية لاتشبه كثيرا خرائط الترابط التي نشأت من الدراسات العائلية. وتتمثل الصعوبة الرئيسية بالمقياس. وهناك مايرقى إلى مئة الف جينة عاملة عند الكائن الإنساني، بيد أن هناك ثلاثة آلاف مليون من رسائل الدنا. وبما أن معظم الجينات تستخدم المعلومات المشفرة لاغير في بضعة آلاف من الأسس لتركيب البروتين، لذلك تزيد كمية الدنا عن الحاجة. ووضع خريطة فيزيائية يظهر أن حوالي 5% منها فقط هو جزء من جينة تؤدي وظيفتها. يحمل المجين الإنساني تركيبا استثنائيا وخرائط ترابط تفقد معظم صفاتها الغريبة.

يمكننا أن ندرك الآن ماذا تشبه الخريطة الفيزيائية بالقياس الجغرافي. فليتخيل أحدنا الرحلة على امتداد الدنا عنده على أنها مكافئة لرحلة من لاندز إند إلى جونوغروت عبر لندن. وهي رحلة مسافتها الف ميل تقريبا. (وهذا يعني أن مثيلتها الأمريكية ستوازي تقريبا رحلة من نيويورك إلى شيكاغو). ولترتيب كافة رسائل الدنا في خريطة لطريق بهذا المقياس، يجب أن يكون في كل إنش خمسون من أسس الدنا، أو حوالي ثلاثة ملايين في الميل الواحد. تمر الرحلة عبر ثلاث وعشرين مقاطعة من مختلف الحجوم. هذه التقسيمات الإدارية الملائمة بما فيه الكفاية، مماثلة في عددها للصفات الثلاثة والعشرين التي تغلف الدنا الإنسانية. وكمية الدنا الكاملة التسلسل حتى الآن تغطي مسافة تعادل مسافة السير بين لاندز إند وفولماوث، على بعد بضعة أميال–بالمعنى الأمريكي ضعف طول جزيرة مانهاتن. مع ذلك، تبقى الطريق طويلة.

المشهد ممل جدا في معظم الرحلة. ويبدو مجدبا إجمالا كمعظم بريطانيا الحديثة. حيث تتكرر الرسالة نفسها فوق ثلث المسافة تقريبا. وهناك خمسون ميلا تقريبا تملؤها كلمات مؤلفة من خمسة أو ستة أحرف أو أكثر، تتكرر إلى مالا نهاية واحدها بعد الأخر. وأكثرها جناسات تقرأ من البداية إلى النهاية كما تقرأ من النهاية إلىالبداية، كنعي فرديناند دوليسبس–"رجل، خريطة، قناة: بنما!" تتناثر بعض هذه "التكرارات المترادفة" على شكل مجموعات في جميع أنحاء المجين. ويختلف موضع وطول كل مجموعة بين شخص وآخر. وتعتمد "البصمات الوراثية" الشهيرة، أي التوقيع الوراثي الفريد المستخدم في العمل القضائي، على الاختلاف في عدد

وموضع التكرارات المترادفة. ولإعداد بصمة، يستخدم إنظيم يقص جـــزءا ممـــيزا مكررا. بحيث يشطر الدنا إلى عشرات الشظايا. وتتضمن سلاسل أخـــرى مكـــررة حرفين فقط، C، و D، مضاعفين آلاف المرات. مع ذلك، فإن جزءا إضافيـــا مـــن المجين مخصص لطول عرضي ورسائل معقدة لاتوحي بشيء.

رفض هذا الدنا بالكامل بحجة أنه غير مفيد، لأننا لم نتمكن من فـــهم مايقولـــه، ينطوي على الخطر. فمن الناحيةالظاهرية، تحمل العبارة الصينية Shi ثلاثة وسبعين معنى مختلفا، حسب طريقة لفظها. ويمكنها أن تشكل جملة مثل "السيد شغوف بلعـق لعاب الأسد" فقط في حال استخدامها مرارا. يبدو هذا التكرار بالنسبة لبعضهم عديـم المعنى، وخصوصا إذا كان لايعرف اللغة الصينية.

يتبعثر المنظر الموروث في معظمه مع جثث الجينات المهملة، وأحيانا، يتبعـــثر المنظر نفسه مرارا. وتبدو سلاسل الدنا في هذه "الجينات الكاذبـــة" شـــبيهة تقريبـــا بسلاسل قريباتها العاملة، ولكنها، وقد ثقبها التفسخ، لن تنتج شيئا بعد الآن. لأنه، في وقت ما من تاريخها، تعطل أهم جزء من آليتها. فراحت منذ ذلـــك الحيـــن تصـــدأ بهدوء. ومما يدعو إلى الدهشة، أن هذه الجينات الكاذبة نفسها قد تظهر في عدة نقاط على طول الرحلة.

وبعد عدة أميال في أرض الدنا الباهتة والتكرارية، نبدأ برؤيـــة الأمكنـــة حيـــث يجري إعداد شيء ما. تلك هي الجينات العاملة. وهناك بعض المفاجآت أيضا فـــي تركيبها. إذ يمكن تمييز الجينة التي تؤدي وظيفتها عن طريق ترتيب الحروف فـــي هجائية الدنا، التي تبدأ قراءتها في كلمات مؤلفة من ثلاثة أحرف مكتوبـــة برامـــوز الجينات Genetic code، والتي تفيد بأنها قادرة على إنتاج البروتين. وهناك عادة عـدد من الأدلة حول مايفعله البروتين عمليا، مع أنه يمكن استنتاج تركيبه (والاســـتدلال على شكله) من ترتيب حروف الدنا التي تصنعه.

ينتظم كثير من الجينات التي تؤدي وظيفتها في مجموعات تصنع نواتج قريبـــة. وهناك مامجموعه حوالي ألف من هذه العائلات الجينية. وأفضل مانعرفه منها هـــي تلك التي تشارك في تصنيع الصباغ الأحمر في الدم. ويعطل تقريبا كل الدنـــا فـــي خلايا النقي الذي ينتج كريات الدم الحمراء. ولكن مجموعة صغيرة مـــن الجينـــات تكون منهمكة في العمل إلى حد كبير. ونتيجة لذلك، تكون معروفة على نحو أفضـل من أية مجموعات أخرى. يقوم علم الحياة الجزيئي الإنساني في معظمه على أساس هذا المركز الصناعي الجيني الخاص، جينات غلوبين بيتا.

تقع الجينات المذكورة في منتصف الطريق تقريبا على امتداد كامل طول الدنـــا؛ عند منتصف الطريق إلى جونوغروتز-في ليــدز تقريبــا. وهــي تصنـــع بعــض البروتينات المعنية بحمل الأكسجين. تحتوي المنطقة الصناعية للغلوبين على بضـــع قطع من الدنا الذي يصنع المنتجات القريبة. ولتصنيع قسم من جزيء الهيموغلوبين، يكون صباغ الدم الأحمر قليلا جدا: بطول ثلاثة أقدام تقريبـــا علـــى مقيـــاس هـــذه الخريطة. وهناك، على بعد بضعة أقدام، قطعة أخرى تصنع الغلوبين الموجود فقــط في المضغة. ويقع قربها الهيكل الصدئ لبعض المعدات التي توقفت عن العمل قبل سنوات. ويشغل مصنع الغلوبين مامجموعه مئة قدم تقريبا، ويبدو أن معظـــم هـــذه المساحة عبارة عن حيز غير مستخدم بين الجينات الوظيفية. تتعاون هذه القطعة مع قطعة أخرى بالحجم نفسه تقريبا وعلى مسافة بعيدة عنها (قرب لندن، علـــى هـــذه الخريطة الخيالية) وتنتج بروتينا قريبا. وعن طريق اجتماع هذيـــن النـــاتجين مـــع بعضهما بعضا، يتكون الصباغ الدموي الأحمر. تنتظم الجينات العاملة في عـــائلات، إما متقاربة أو متباعدة في كافة أنحاء المجين.

وهناك جانب آخر من خريطة الذات الإنسانية يدعو إلـــى الدهشـــة. فالجينـــات الإنسانية مختلفة جدا من حيث الحجم، ويتراوح حجمها من خمسمئة حرف طــــولا إلى أكثر من مليونين. وتكون الشدف العاملة، فيها كلها تقريبا، مقطوعة بأطوال الدنا غير المرمزة. وفي الجينات الكبيرة ذاتها (كتلك التي تخفق في الحثـــل العضلـــي) ترمز الأكثرية الساحقة من الدنا دون سبب. تشارك الدنا غير المرمزة في الجـــزء الأول من عملية الأنتاج، ولكن هذه الشدفة من الرسالة الوراثية تقـــص مـــن الرنـــا المرسال قبل تجمع البروتين. ويبدو أن هذه طريقة استثنائية للشروع فـــي العمـــل، ولكنها الطريقة التي ابتكرها التطور.

لاشك في أن كثيرا من المفاجآت سوف تظهر في طريـــق المخططيـــن عندمـــا يشقون طريقهم ببطء باتجاه جونوغروتز. قد يكون خيرا أن تتغير من جديد صـــورة العلاقة بين الترابط والخريطة الفيزيائية. فقد حقق جغرافيو الجينات ســـابقا بعـــض الانتصارات. ومن أهمها الانتصار المفاهيمي. وبما أننا نعـــرف الرامـــوز المثلـــث الحروف لكل حمض أميني، فإنه يمكن الاستدلال على تنظيم الأحماض الأمينية التي تنتجها قطعة عاملة من الدنا من تسلسل أسسها. ويمكن الاستدلال على مـــاتقوم بـــه عمليا الجينة المكتشفة حديثا بمقارنة ذلك التسلسل مع أساس معطيات الحاسوب حول الجينات التي نعرف عملها. هذه العملية تشبه إلى حد ما قراءة لغة أجنبية عن طريق البحث عن معنى الكلمات في القاموس.

هناك بعض التشابهات المذهلة بين المفردات الوراثية عند المخلوقات ذات الاختلاف العميق. فالإنسان يحمل جينات مماثلة تقريبا للجينات التي تتحكم بالنمو عند ذباب الفاكهة، مما يوحي بأن العمليات الأساسية نفسها مشتركة بينهما. والعمليات التي تكون الدماغ عند ذباب الفاكهة قريبة إلى حد مربك إلى العمليات التي تكون أدمغتنا. وهناك تشابهات أخرى تثير الفضول بالدرجة نفسها. فبعض الجينات التي تسبب السرطان عندما تخفق تشبه إلى حد كبير الجينات الأخرى التي ترمز من أجل الهرمونات، ومما يدعو إلى الاستغراب أن واحدة من جيناتنا مماثلة تقريبا إلى جينة أخرى تقتصر وظيفتها المعروفة فقط على تبديل التعريقات على جناح الحشرة. اجتازت عملية الترجمة من لغة بيولوجية إلى أخرى، عن طريق البحث عن الكلمات في الحاسوب شوطا كبيرا إلى الحد الذي باتت تتوفر معه فرصة من كل فرصتين لإثبات أن سلسلة الدنا المكتشفة حديثا ترتبط بشيء ما آخر، إما بجينة إنسانية أخرى أو بجينة من مخلوق قاص في العالم الحي.

عملت هذه المقاربة على إحداث تحول في علم الوراثة الإنساني. فبدلا من البدء بالتبدل الوراثي (كمرض جيني مثلا) والبحث المتعب عن موضعه، تستخدم استراتيجية معاكسة-تحديد مكان الجينة، وبمحالفة الحظ، تحديد عملها من قراءة تسلسل الدنا عندها. لابد وأن يكون علم الوراثة أول علم يتسارع عن طريق الدخول إليه من الاتجاه المعاكس. فالجينات الإنسانية، في معظمها، ستكتشف باستخدام منطق مناقض تماما لمنطق ماندل: من جسيم وراثي إلى الوظيفة وليس بالطريقة الأخرى.

وكان أول، وربما أعظم تقدم لهذه المقاربة الجديدة هو تتبع جينة التليف الكيسي في عام 1990. وقد كلف هذا العمل مئة وخمسين مليونا من الدولارات، ولكن التقدم التقني يعني أن كلفة اكتشاف جينات أخرى ستكون أدنى بكثير. والتليف الكيسي هو الشذوذ الوراثي الأكثر شيوعا بين البيض. ويبلغ معدل وقوعه بين الأطفال في أوروبا 1/2500. وكان قد تم التعرف على أخطاره منذ زمن طويل. فالأطفال السويسريون ينشدون أغنية تقول "سيموت الولد ذو الجبين المالح الطعم بالنسبة للتقبيل". تبدو الأعراض لأول وهلة على غير صلة، ولكنها تعزى كلها إلى قصور ضخ الملح عبر الأغشية التي تحيط بالخلايا. وكان الأطفال المصابون بهذا المرض، حتى قبل سنوات، يموتون بعمر أصغر. حيث تمتلىء الرئة عندهم بالمخاط وتصاب بالخمج. وكثيرا ماتكون تغذيتهم سيئة نظرا لعدم تمكنهم من إنتاج مايكفي من

الإنظيمات الهضمية. لقد حسن علم الطب حياة المصابين بهذا الداء، ولكن قلة منهم يعيشون إلى مابعد منتصف الثلاثينات من أعمارهم.

أظهرت الدراسات العائلية منذ زمن طويل أن المرض يعزى إلى جينة صاغرة غير موجودة على الصبغيات الجنسية. وكشف تحليل لشجرة نسب، أجري في عام 1985، عن أن تلك الجينة ترتبط إلى سلسلة أخرى من سلاسل الدنا التي تتحكم بالإنظيم الكبدي، مع أن مكانها لم يكن معروفا في ذلك الوقت. وفي غضون سنة أو حول ذلك، أظهرت إحدى العائلات أن هذا الزوج من الجينات يرتبط بشكل آخر مختلف من الدنا الذي ربطته الخريطة بالصبغي السابع. أدخلت قطعة الصبغي التي تحتوي على جينة التليف الكيسي، مع كثير من الجينات الأخرى، إلى سلسلة خلايا الفئران. فتقطعت إلى أطوال قصيرة وبدأت العملية الشاقة لإحداث السلاسل. وتم، في عام 1988، تعقب الناحية الهامة إلى شدفة من الدنا بطول مليون ونصف المليون من أزواج الأساس. وجرى اختبار تلك الشدف لمعرفة ماإذا كانت تحمل تسلسلات مشتركة مع الدنا عند مخلوقات أخرى كالفئران. وإذا ماصح ذلك، فمن المفترض أن يكون احتفظ بترتيب الحروف أثناء التطور لأنها قامت بشيء ما مفيد. وقد اكتشفت عدة قطع مشتركة. تحمل إحداها ترتيبا لحروف الدنا مشابها لترتيب البروتينات الأخرى التي تقوم بالنقل عبر الأغشية. هذه القطعة من المجين اقتفت بدقة نموذج وراثة التليف الكيسي. وكانت الجينة قد اكتشفت.

وكما هي الحال تماما في وضع خريطة للعالم، كان اكتشاف الجينة مجرد خطوة أولى على طريق فهم ماذا يجري في الجوار. هيأ ترتيب أحرف الدنا إمكانية الاستدلال على طبيعة البروتين الذي أخفق. ورغم أن طول الجينة يبلغ ربع طول أسس الدنا المليون، فإن البروتين يحمل فقط حوالي ألف وخمسمئة من الأحماض الأمينية. وتظهر نماذج شكله في الحاسوب أنه يمتد فوق الغشاء الخلوي عدة مرات وقد يعمل كمضخة.

يحدث عند كثير من العائلات المصابة بالتليف الكيسي تبدل واحد فقط في البروتين: يضيع حمض أميني واحد عند ثلث الطريق تقريبا على امتداد الجزيء. الأمر الذي يوفر اختبارا مباشرا حول ماإذا كان الناس الأسوياء يحملون نسخة واحدة من الجينة دون معرفتها أو، وهو الأهم، ما إذا كان الجنين سوف يحمل نسختين. ومن سوء الحظ أن يظهر التخطيط الجزيئي أن التليف الكيسي، الذي بدا لأول وهلة اضطرابا بسيطا، يمكن أن يسببه أكثر من مئتين من مختلف تبدلات

الدنا. واستخدام الخريطة الجينية لاكتشاف الناس المعرضين لخطر لن يكون بالأمر السهل كما كنا نتوقع.

جرى تعقب عدد من أكثر الأمراض الوراثية أهمية. فداء هنتنغتون Huntington disease يؤدي إلى تنكس الجملة العصبية والموت على أبواب منتصف العمر. وكان يسمى سابقا رقص هنتنغتون Huntington chorea، بسبب حركات الرقص اللاإرادية عند المصابين. وزعم الأستاذ هارفارد، من القرن الثامن عشر، أن المصابين بهذا الداء كفار لأنهم يقلدون بحركاتهم حركات المسيح وهو مصلوب. إنه لأمر مزعج، لأن المعرضين لخطر وراثة هذه الجينة يتركون على مدى سنوات إلى شكوكهم حول ورطتهم بسبب تأخر ظهور الأعراض. وفي عام 1983، حدث تقدم مفاجىء واتاه حظ مذهل من قبل واضعي خرائط الجينات. فبعد أن بدأ البحث مباشرة، اكتشف الموضع التقريبي لجينة هنتنغتون عن طريق متابعة اتحادها مع شكل مختلف قريب للدنا على مسافة بعيدة فوق الصبغي نفسه. وبعدئذ تبدد الحظ، واستغرق اكتشاف الجينة مدة عشر سنوات. واقتفي أثرها في هذه المرة إلى أعلى الصبغي الرابع. فوضعت تفاصيل البروتين الذي أخفق، بروتين هنتنغتن كما أطلق عليه، ولأول مرة، بدا هناك أمل في تقدم المعرفة حول طبيعة هذا المرض.

واليوم، يبدو أن وضع خريطة فيزيائية يتطلب جهدا لاإلهاما. ويجري العمل حاليابصورة حسنة بالمقاربة الصناعية. ويقدر هنري فورد، أحد علماء علم الحياة الجزيئي، أن الأتمتة ستضاعف عما قريب سرعة رسم الخرائط مئات المرات وتقلص كلفتها بالقدر نفسه. وقد باشر الفرنسيون بمشروع جينيثون مقاربة عقلانية على نحو مميز، وهذا المشروع عبارة عن مصنع للوراثيات الإنسانية تسانده نداءات تلفزيونية. يعني هذا كله أن الخريطة الفيزيائية ربما تكتمل مع نهاية هذا القرن-وهو تاريخ مناسب.

هناك مشروع-مشروع المجين الإنساني- لتدبير العملية عن طريق وضعها تحت إشراف منظمة مركزية. وينظر المتحمسون للمشروع على اعتباره استجابة للوصية التوراتية "اعرف نفسك!". ويشيرون، ولا يغيب عن أذهانهم تكرار الصورة إلى حد الابتذال، إلى تتابع الحملات الصليبية على اعتبارها بحثا عن الكأس المقدسة. وحتى الآن، كان الناتج الرئيسي هي التسلية البريئة بين النظارة. هناك شجار وحشي بين أولئك الذين قرروا أن يجعلوا دافع الضرائب الأمريكي (وإلى حد ما البريطاني) يمثل الدور الرافض لفرديناند وإيزابيلا تجاه طموحات واضعي الخرائط الكولومبيين وبين أولئك الذين يتلهفون لإيقافهم.

يرى المعارضون للمشروع أنه حيلة دعائية تمارسها جماعة لتحويل الأموال إلى حسابها من دون الآخرين الذين يقومون أكثر منها بعمل حقيقي. فقد تقلصت ميزانية البحث الأساسي للمؤسسات الصحية على الصعيد الوطني في الولايات المتحدة بينما ارتفعت إلى خمسة أضعافها ميزانية مؤسسات رسم الخرائط للجينات الإنسانية. وظهرت بيولوجيا براميل لحم الخنزير عندما تنافس أعضاء مجلس الشيوخ من أجل توجيه العمل إلى ولاياتهم. هناك ستالينية جديدة في السياسة العلمية. فقد قام أولئك الذين يحملون آذان السياسيين وغرور العلماء بتحويل ميزانية مخفضة إلى برامج، ومعاهد، ومراكز تكرس في سبيل حياة جديدة يمكن للمرء أن يتنبأ بها أفضل من أن يرتقبها. أما المغضوب عليهم فيحشرون في منفى فكري إن لم يكن في منفى فيزيائي. فلقد تم التخلي عن السوق الحرة في العلم لصالح الاقتصاد المخطط-الذي هو شاذ كشذوذ مسؤولي النقد الذين يؤيدون السوق في كل مجال آخر.

ويشير واضعو الخرائط، في دفاعهم، إلى الفوائد التي ستحققها خرائطهم. وتظهر أهميتها الاقتصادية بوضوح في الاندفاع المسعور لتسجيل اختراع منتجات الجينات عند اكتشافها. وستعود براءات الاختراع بالثروة على أولئك الذين يكتشفون معالجات-أو حتى اختبارات- للمرض الوراثي. وتنتقل الأموال في هذه الأيام من يد إلى أخرى. فقد بيعت حقوق تفاعل سلسلة البوليمراز إلى شركة سويسرية بمبلغ ثلاثمئة مليون من الدولارات. ويبين مؤيد صريح لمشروع المجين الإنسانية، رغم تسليمه بأنه يمكن إحداث فهم علمي للدنا عند الفئران أكثر منه عند الإنسان، أن المجين الإنسانية فريدة لأنها تنتمي فقط إلى النوع الذي يريد أن يدفع فاتورة الحساب. كلفة المشروع أقل بكثير من كلفة السباق لإنزال إنسان على سطح القمر- وما هي شرعيته بعد مرور خمس وعشرين سنة؟ وعلى خلاف الصور القمرية، لو وصل المساحون إلى جزء فقط من الطريق على امتداد الدنا، إذن لحصلوا على صفقة كبيرة.

أن تنظر إلى خريطة قديمة-وإن كانت تتضمن أخطاء كخريطة هيرودوت-يعني أن تدرك أن الخرائط تحتوي بذاتها على قدر كبير من حياة أولئك الذين قاموا برسمها. إنها تظهر حجم وموقع المدن، وطرق هجرات الشعوب، وسجل الناس الذين ماتوا منذ زمن طويل. والخريطة الجينية للإنسانية ليست استثناء؛ فقد تحتفظ أيضا بسر كثير من الأمراض التي تصيبنا. واليوم، عندما يدخل أولئك الطلاب إلى المدارس الطبية، فإنهم يبدؤون مهنتهم-المهنة التي سيمثل فيها علم الوراثة دورا حاسما-وبين أيديهم نسخة من خريطة كاملة.

الفصل الرابع

4 تبـــدل أم انحـــلال

عندما تنتهي من قراءة هذا الفصل، ستكتشف أنك أصبحت شخصاً آخر. لاأقصد أنه سيطرأ تعديل على آرائك في الحياة–أو حتى حول الجينات–مـــع أن هـــذا قـــد يحدث. ولكن ماأفكر فيه أكثر بساطة. ففي غضون نصف الساعة التـــالي أو حـــول ذلك، ستتغير الجينات والحياة عندك عن طريق طفرة؛ عن طريـــق الأخطـــاء فـــي رسالتك الوراثية الشخصية. والطفرة–التبدل–تحدث دون توقف، داخل ذواتنا وعـــبر الأجيال. وهي تجعلنا نتعفن باستمرار، ولكن علم الحياة، كما سنرى، يوفر الخـــلاص من حتمية الانحطاط الوراثي.

يدور هذا الفصل حول التبدل البيولوجي، واستمرارية الخطـــأ، وكيـــف يمكـــن للترقي أن ينشأ من الانحلال. والطفرة هي لب التجربة الإنسانية. إنها تـــؤدي إلـــى التقدم في العمر والموت بل إلى الجنس Sex أيضاً، وإلى تجدد الولادة والتطور. كـــل الديانات تشترك في فكرة مفادها أن الإنسانية بقية منحلة لما كان كاملاً وأنها يجـــب أن تعاد إلى مستوى أعلى عن طريق عملية إنقاذ، عملية البدء مجـــدداً مـــن نقطـــة الانطلاق. والطفرة تنطوي، في آن واحد، على الانحلال والتبدل: الانحطاط الفـــردي ولكن خلاص النوع الإنساني.

ظهرت الحياة الأولى والجينات الأولى قبل ثلاثة آلاف مليون سنة علـــى شـــكل خيوط قصيرة من الجزيئات التي كان يمكنها أن تجعل من نفســـها نُسَـــخاً خامـــاً. وبتقدير متهور، أظن أن الجزيء الأصلي في أول طور للحياة، أي الحساء البدائـــي، تحدَّر عبر ثلاثة آلاف مليون سنة من الأسلاف قبل أن يصل إليك أو إلي (أو إلـــى الشمبانزي أو شجرة البلوط). ونشأت كل واحدة من الجينات المختلفـــة التـــي تُعَـــد بالبلايين، والتي ظهرت منذ ذلك الحين، من خلال طفرة. ومنذ فجر الحياة، تنـــامت الرسالة السلفية إلى كراس توجيهي يحتوي على ثلاثة آلاف مليون حرف مُرَمَّز، أي دَنا DNA. يحمل كل شخص طبعة فريدة من كراس يختلف بملايين الطـــرق عـــن

الطبعة التي يحملها زملاؤه. ويأتي هذا التنوع كله من تراكم الأخطـاء في نسخ الرسالة الوراثية.

بعض هذه الحوادث الموروثة مؤذية تماما كما تتأذى الساعة من التغيير العشوائي. ولكن أكثرها لا يؤثر، حتى إن قليلا منها قد يكون مفيدا. يعزى إلى الطفرة خمسة آلاف مرض خلقي مختلف. يتظاهر بعضها فقط عندما يحدث تبدل في الدنا، وبعضها عند انتقال خطأين مثيلين، واحد من كل والد. وتظهر أمراض أخرى تأثيراتها فقط عندما يحدث عدد من التبدلات المختلفة في الرسالة الوراثية. ازدادت أهمية الطفرة في هذه الأيام بعد أن توصل علم الطب، في العالم الغربي على الأقل، إلى التغلب على الأمراض المعدية. يحمل طفل واحد تقريبا من كل ثلاثين طفلا يولدون في بريطانيا خطأً خلقيا من نوع ما وحوالي الثلث من هؤلاء الأطفال الصغار، ممن يدخلون المستشفيات، مصاب بمرض وراثي. تنحدر بعض الجينات المعيبة من التبدلات التي حدثت قبل زمن طويل، ولكن كثيرا غيرها هي أخطاء في النطفة أو البيضة عند الوالدين بالذات. يحمل كل واحد نسخة واحدة من جينات متبدلة موروثة من أسلاف ماتوا منذ عهد طويل، وسوف يقتل هذا الشخص إذا اجتمعت عنده نسختان من نوع واحد. مامن أحد كامل وكل واحد تقريبا يحمل، على الأقل، هيكلا واحدا في خزانته الوراثية.

يتضاءل احتمال رؤية حادث وراثي جديد في إحدى الجينات نظراً لوجود عدد كبير من جينات مختلفة. وهناك بضع حالات يمكن فيها اكتشاف طفرات حدثت مؤخراً. وسأحاول أن أركز على واحدة من تلك الحالات. مرض الناعور الوراثي (قصور تجلط الدم) لم يكن معروفاً أبداً في أوساط العائلة المالكة البريطانية قبل الملكة فيكتوريا. ولكن عدداً من أحفادها عانوا من هذا المرض. قد تكون الطفرة حدثت في الخصيتين الجليلتين لوالدها، دوق كَنْتْ. وجينة الناعور تتوضع على الصبغي X؛ أي أنها مرتبطة بالجنس. ويصاب الذكر بالناعور إذا ورث نسخة واحدة فقط من تلك الجينة، في حين تحتاج الأنثى إلى اثنتين. ولهذا السبب يكون هذا المرض أكثر شيوعاً بين الصبيان. أدرك اليهود هذه المسالة قبل ثلاثة آلاف سنة. فلم يكن يُسمَح للأم بختن طفلها إذا كان النزف سيئاً عند أخيه الأكبر أثناء العملية، والأصح من ذلك، إذا كان أبناء أختها يعانون من المشكلة نفسها.

يسبب الناعور، إضافة إلى تأثيراته الظاهرة، تلفا أكثر مراوغة. فيتعرض الأطفال بسهولة إلى الرض، وقد يعانون من نزف داخلي يمكن أن يسبب تلف المفاصل أو قد يكون مميتا أيضا. وحتى اليوم، يموت أكثر من نصف الصبيان المصابين بهذا المرض قبل سن الخامسة. ويتوفر حاليا عدد من المعالجات(بما فيها حقن عامل التجلط بالذات، الذي يشفي كثيرا من أعراض المرض) وأصبح معدل البقيا أعلى بكثير مما كان عليه سابقا.

كان عدد من أحفاد الملكة فيكتوريا مصابين بالناعور. فقد عانى منه ابنها ليوبولد، ويظهر تاريخ العائلة المالكة أن ابنتاها بياتريس، وأليس كانتا من الحملة. حتى إن الملكة نفسها قالت " يبدو أن عائلتنا التعيسة مبتلاة بهذا المرض الذي هو من أسوأ الأمراض التي أعرفها". وكان أحفادها الأسبان يغطون الأشجار في المتنزه الملكي لوقاية أطفالهم من الرض. ومن أشهر الذين عانوا من المرض ألكسيس، ابن القيصر نيقولا والملكة ألكسندرا، حفيدة فيكتوريا. ويرى بعضهم أن السبب الوحيد للتاثير الخبيث الذي مارسه راسبوتين على البلاط الروسي يعزى إلى قدرته على تهدئة ألكسيس العاثر الحظ. اختفت هذه الجينة من العائلة المالكة البريطانية، مع أنه مايزال هناك بعض المصابين بالناعور بين أحفاد الملكة فيكتوريا الثلاثمئة الذين هم على قيد الحياة اليوم. وتصل نسبة الإصابة بهذا المرض في بريطانيا إلى 1/5000 بين الذكور.

ونذكر عرضاً ما يقال حول أن عاهلاً بريطانياً آخر، هو جورج الثالث، كان يحمل طفرة مختلفة. فالجينة التي تسبب البرفيرية Porphyria يمكن أن تؤدي إلى مرض عقلي. وقد تكون هي المسؤولة عن الجنون المعروف جيداً عند الملك جورج الثالث والذي أدى بمرور الزمن إلى استبداله بالأمير ريجنت. وكان وضع تشخيص استعادي بالرجوع إلى ملاحظات طبيب الملك، الذي لاحظ أن بول الملك كان يحمل اللون الأرجواني الذي تحمله خمرة بورت، وهو اللون الذي يميز المرض في هذه الأيام. ومن أقل التعيينات التي أجراها هذا الملك نجاحاً، تعيينه اللورد نورث رئيساً للوزراء، لأن هذا يتحمل كامل المسؤولية في فشل الإدارة السياسية التي أدت إلى فقدان المستعمرات الأمريكية. ومن الغريب أن يظن المرء أن كلتا الثورتين، الروسية والأمريكية، قد تكونان نتيجة لحادثتين جرتا للدّنا الملكية.

قبل خمس سنوات، تحسنت قليلاً دراسة الطفرة الإنسانية، التي كانت محبطة إلى حد بعيد، وذلك عن طريق مثل هذه النوادر. وكانت تلك الدراسة قد أصيبت بالغرور نتيجة للتقدم المدهش في علم الحياة الجزيئي. ففي الفترة الماضية، أي في

الثمانينات، كانت الطريقة الوحيدة لدراسة العملية تقتضي وجود مريـض مصـاب بمرض وراثي ومحاولة اكتشاف الخلل في البروتين المناسب. وكان التبدل في الدَّنـا غير معروف تماماً. ويصح هذا بالنسبة للناعور كما يصح على أية جينـة أخـرى. وفي الواقع، كان الناعور يبدو وكأنه خطأ بسيط إلى حد ما. ومع أن المرضى، على اختلافهم، كانوا يتظاهرون بأعراض مختلفة قليلاً، فإن أسلوب الوراثة كان بسـيطاً وبدا وكأنهم يشتركون جميعاً بالمرض الخلقي نفسه.

أصبح بالإمكان اليوم مقارنة أجزاء الدنا عند عائلات سوية وأخرى ناعوريـة لإظهار ما حدث بالضبط، وعلى غرار الخريطة الجينية تماماً، أصبحـت الأمـور أكثر تعقيداً. وأصبحت حياة علماء الوراثة أكثر تعقيداً أيضاً ومرض الناعور دليـل على ذلك. يُظهر هذا المرض إلى أي مدى أصبحت حياة علماء علم الحياة الجزيئـي أكثر صعوبة. أولاً، لأن النزف الذي لايمكن التحكم فيه ليس مرضـاً واحـداً، بـل متعدداً. هذا لأن التجلط بالذات عملية معقدة. فهناك عدة مراحل من الجـرح إلـى الجلطة. والبروتينات، على اختلافها، مرتبةٍ في شلال يستجيب للتلف، ويُنتِـج ثـم يحرك المادة التي تُكوِّن الجلطة وأخيراً يُركبُها إلى حائل وقائي صلب. وتتعاون اثنتا عشرة جينة مختلفة أو أكثر في خط الإنتاج.

تميل اثنتان من تلك الجينات إلى الإخفاق. وتصنع واحدة منها العامل الثامن فـي شلال التجلط. تؤدي الأخطاء في هذه الجينة إلى الناعور A، المسـؤول عـن 10/9 حالات المرض. والناعور B، وهو نموذج آخر شائع، يتضمن العامل التاسع. وهناك شكل نادر من المرض يتضمن العامل السابع.

العامل الثامن بروتين يحتوي على 2351 حمضا أمينيا. والجينة أكبر من الغالبية- بطول 186 ألفا من أسس الدنا تقريبا، والتي تعني على مقياس خمسين أساسا للإنـش (المقياس الذي يجعل الدنا الإنسانية تمتد من لاندز إند إلـى جونوغروتـز أو مـن نيويورك إلى شيكاغو) أن طول هذه الجينة المفردة يصل إلى مـايقرب مـن مئـة ياردة. وهي في أقصى طول لها لاتنتج إطلاقا أية رسالة ذات معنى. ويرمز فقـط 20/1 من دناها للبروتين. وتجزأ الآلة إلى دستات من الأجزاء العاملة تفصلها قطـع من الدنا غير الإعلامية ظاهريا. وتتألف معظم هذه المادة الغريبة من أعداد مختلفـة من نُسَخ الرسالة ذات الحرفين ذاتها، "تكرار CA". ومما يدعو إلى الاسـتغراب، أن هناك مايشبه "جينة ضمن جينة" (تنتج شيئاً مختلفاً تماماً) في آلة العامل الثامن.

أصبحت الطفرة الناعورية A، التي كانت تبدو تبدلا وراثيا بسيطا، أكثر تعقيدا مما كان يظن. إذ يمكن ان تحدث الأخطاء بجميع أنواعها. فقد اكتشف أكثر من مئة وخمسين من مختلف الأخطاء. وتعتمد سميتها على طبيعة الفشل. ففي بعض الأحيان، يتبدل فقط حرف واحد مهم في الجزء العامل من الجينة؛ ويختلف هذا الحرف عادة باختلاف الأشخاص المصابين بالمرض. وتتعرض لهذا النوع من الحوادث الطارئة، بشكل خاص، القطع الصغيرة من الآلة التي تصل الأجزاء العاملة من الناتج مع بعضها بعضا. فيختفي عند بعض المرضى جزء، أو حتى كامل ناحية العامل الثامن. ومما تجدر ملاحظته، أن عددا من المصابين بالناعور يعانون من دخول قطعة إضافية من الدنا إلى الآلة قبل عهد قريب، وهي كما يبدو قطعة من مكان ما في المجين.

كانت الطريقة الوحيدة لقياس الطفرات إلى الناعور (أو إلى أية جينة إنسانية أخرى)، حتى وقت قريب، تقضي بإحصاء الذين يعانون من المرض، وتقدير مدى التلف الذي حدث بالنسبة لاحتمالات نقلهم للدنا المصابة، والاستفادة من كل ذلك في التوصل إلى معرفة مدى تكرار هذا الحادث. ولكن التكنولوجيا غيرت كل شيء. وأصبحنا نستخدم تفاعل سلسلة البوليمراز لإنتاج آلاف النسخ من الجينة المتبدلة، مما جعل بالإمكان مقارنة جينات الصبيان المصابين بالناعور مع جينات آبائهم، لابل ومع جينات أجدادهم، إذا كانوا مايزالون على قيد الحياة.

فإذا كانت طفرة قد حدثت سابقاً على واحد من صبغيي X عن أم صبي من هذا النوع، فلا بد أن تكون هي نفسها قد ورثتها. ولا بد أيضاً ان يكون التلف قد حدث في وقت ما في الماضي. وفي حال عدم حدوث هذه الطفرة عندها، عندئذٍ يكون الصبي قد تعرض لحادث وراثي جديد كان حدث عندما تشكلت البيضة التي جاء منها داخل جسدها. ففي دراسة أجريت في السويد وشملت كافة العائلات التي عندها ولد مصاب بالناعور B، اكتشفت عدة طفرات جديدة من هذا النوع. ولكن معظم أمهات الصبيان المصابين كانت لديهن طفرة وراثية موجودة من قبل. ومما يدعو إلى الدهشة أن معظم الجينات المتبدلة لم تكن موجودة عند آبائهن (جدّ المريض). يشير هذا إلى ان الخطأ في الدّنا يجب أن يكون حدث أثناء تشكل النطفة.

وبعملية حسابية سريعة، نجد أن معدل الطفرات الجديدة لجينة الناعور B بين سكان السويد يصل إلى 1000000/4 تقريباً. وهذا المعدل عند الذكور أعلى منه عند الإناث بـ 11 مرة، ويحدث هذا ربما لأن احتمالات الخطأ أعلى عند الرجال (الذين هم، على عكس النساء، ينتجون-ولا يختزنزن-خلاياهم الجنسية بعد البلوغ

على مدى حياتهم). فإذا صح ذلك، وهو مايحدث تماما، فإن خامة التطـــور (التـــي تكون كما تكون عليه الطفرات) يؤمنها الذكور إلى حد كبير.

يعاني أكثر المصابين بداء الناعور الشديد من خطأ جيني مختلف. وهذه الأخطاء الرئيسية ربما كانت حدثت في النطفة أو البيضـــة التـــي أنتجـت طفـلاً مصابـاً بالاضطراب، وهو اضطراب سيختفي بسرعة لأن الطفل سـيموت صغـيرا. أمـا أولئك المصابون بالأشكال الخفيفة من المرض، فيشتركون غالبا بالتبدل نفسـه فـي الدنا، وكان الخطأ قد حدث عندهم قبل وقت طويل وانتشر إلى كثير مـن النـاس. وكثيرا مايكون وجود الطفرة المشتركة أول دليل على أن هؤلاء الأفراد لـهم جـد مشترك.

الدّنا غير الوظيفية في جينة الناعور وحولها حافلة بالتبدلات التي لاتمارس، كما يبدو، تاثيرا أبدا وقد تكون انتقلت عبر مئـات الأجيـال دون أن يعـرف حملتـها بوجودها. قرب الجينة نفسها واحدة من تلك النواحـي المملـة ذات التكـرارات الكثيرة للرسالة ذاتها. وكثيرا جدا مايرتفع ويهبط عدد نسخ هذا التكرار، بحيث تكون سرعة الطفرة في هذا الجزء من جينة الناعور عالية جـدا. ويبـدو أن التبـدلات لاتسبب أي ضرر.

مع ذلك، يمكن لهذه الدّنا المتحركة أن تكون مؤذية أحيانـاً. وأفضـل نمـوذج معروف معاصر لفيكتوريا هو جوزيف ميريك، الرجل الفيل. كانت تشوه جمجمتـهناميات عظمية كبيرة، هي التي أضفت عليه لقب الوحش. وكـان سـبب ورطتـه واضحاً في نظر الكثيرين من معاصريه: كان فيل قد دفع أمه وهي حـامل. وبقـي الهيكل العظمي لجوزيف ميريك هذا معروضاً في مشفى لندن كشاهد صامت إلى أن اعتبر المرض الخلقي سبباً للسخرية. وبعد حياة من العذاب والسخرية صادقه جراح معروف ووجد له مكاناً في المستشفى، حيث زارته ابنة فيكتوريا. كان يُظـن أنـه يعاني من ورام ليفي عصبي neuvofibroma Tosis، وهو مـرض وراثـي تـتراوح تأثيراته من خفيفة إلى جادعة (مع أن قلة من المرضى أظهروا أعراضـاً شـديدة كأعراض ميريك). ويُظَن اليوم أن داء ميريك كان، في الواقع، متلازمة بروتيـوس الاستثنائية النادرة. ولكن خوف بعض الآباء الذين يعرفـون أن هنـاك ورام ليفـي عصبي في عائلتهم وأن أطفالهم سيصابون بالتشوه لامسوّغ له. لأن دراسات الدّنـا عند المرضى المصابين بهذا المرض أظـهرت أن مرضـهم نـاجم عـن حركـة عرضية لواحدة من تلك التسلسلات المكررة نحو الجزء العامل من الجينـة، ممـا يعطل وظيفتها.

هذه السيولة الجديدة للدَّنا ترعب علماء الوراثة لأنها تناقض فكرة الجينة على اعتبارها جُسَيْماً (من المسلم به أن الجسيم يرتكب أخطاء في بعض الأحيان) استخدم ليكون مركزياً في حياتهم. تركة ماندل فعالة جداً إلى الحد الذي لايقبل معه أتباعه أحياناً النتائج التي لاتتناسب مع ماعتادوا أن يؤمنوا به. ولا شك أن هذا يصح بالنسبة لبعض الصفات الجديدة والغريبة لعملية الطفرة.

العلماء، عموماً، يحتقرون الأطباء. فقد اعتاد الأطباء، على مدى سنوات عديدة، أن يتحدثوا عن تأثير وراثي غريب يدعى "الاستباق Anticipation". وكان يبدو أن التأثيرات الخبيثة لبعض الأمراض الوراثية تتظاهر في عمر أصغر مع انقضاء كل جيل. وقد أطلق التسمية على هذا التأثير قبل سبعين عاماً الدكتور مُوْت الذي كان متحمساً لتحسين النسل. فقد ظن أنه–أي التأثير–ينذر بانحلال حتمي للمجتمع: "يمثل قانون الاستباق لدى المجنون.... أغصاناً متعفنة تسقط باستمرار من شجرة الحياة". وليس هناك مايدعو إلى الدهشة في أن يعمد علماء الوراثة المتأخرين إلى مقاومة تلك الفكرة فتختفي من الساحة. واليوم، يبدو أنها تمثل نوعاً جديداً من طفرة، خطأ وراثياً يتفاقم مع توالي الأجيال.

لوحظ التوقع لأول مرة في مرض يدعى متلازمة الصبغي X الهش. وهذه المتلازمة هي السبب الوحيد الأكثر أهمية للعيب العقلي الخِلقي. ويعاني كثير من أولئك الذين يُظهِرون أعراضها من تضيّق قرب نهاية الصبغي X. يصاب بهذه المتلازمة حوالي 1000/1 من الذكور. تميل البنت لأم مصابة بهشاشة الصبغي X أكثر من أمها لإنجاب طفل مصاب، على الرغم من أنها، من الناحية الظاهرية، تنقل بدقة الجينة نفسها. ولكن طفرة، من نوع خاص ومدهش، تكون فعالة. ويعزى المرض إلى إدخال قطعة من الدَّنا المكررة إلى جينة عاملة على الصبغي X. وفي كل جيل، يتبدل عدد النسخ: تزداد عندما تنتقل عن طريق أنثى، ولكنها تبقى على حالها عندما ينتقل صبغي معيب عن طريق رجل. ونتيجة لذلك، يصبح الصبغي الهش أكثر تدميراً عندما ينتقل من أم إلى طفل. وهذا النوع من التبدل غير متوقع أبداً، لأنه قد يتحول إلى نوع شائع.

يُظهِر واحد من أشكال الحثل العضلي أيضاً تأثيرات أكثر سمِّيّة عندما يعقب جيل جيلاً سبقه. ونجدد القول إنّ تسلسل الدنا يكون معنيّاً. ويتبين من تتبع سلاسل نسب الأطفال السويديين المصابين بالمرض أن كثيراً منهم يرجعون إلى جد عاش في القرن السابع عشر. وكان أحفاده أسوياء تماماً، وفجأة، بدأ بعضهم، على الرغم مما هم عليه من بعد القرابة الآن، يعاني من ضعف عضلي وراثي هو الحثل

العضلي. وتبين دراسات الباحة المحيطة بالدنا أن مزيداً من التكرار في نسخ الدَّنا قد حدث في كل جيل. فتتظاهر الأعراض عند الوصول إلى الرقم الحرج. تزداد الأعراض في كل جيل؛ وتصبح تأثيرات الجينة المعيبة أكثر شدة وهي تنحدر على امتداد سلسلة نسب العائلات. ويعزى داء هنغتنغتون أيضاً إلى توسع تكرار دنا في ثلاثة من حروف الدنا هي CGG. وعندما يتم تصنيع أكثر من أربعين نسخة، تظهر أعراض المرض؛ وفي حالات نادرة جداً، يُظهِر الشخص دليلاً على تلف عصبي، إذا كان يحمل أقل من ثلاثين نسخة. والأخطاء في الدَّنا معقدة أكثر بكثير مما كان يُظَن سابقاً.

إذا كانت سرعة الطفرة إلى الناعور نموذجية، فسيكون هناك تقريباً تبدل جديد واحد للدَّنا في الجينة الوظيفية في كل خمسة أجيال من بني البشر. هذا يعني أن هناك حوالي عشرة ملايين من التبدلات في الجينات العاملة عند كل جيل في بريطانيا، وهو رقم ليس صغيراً. وقد يكون معدل الوقوع الفعلي أعلى أيضاً. إذ تظهِر دراسة التبدلات الهرمونية عند النساء اللائي يلتمسن الحمل أن ثمان من كل عشر بيضات مخصبة تُجهَض بصورة عفوية دون أن تعرف النساء الجهيضات عادة أي شيء حول ذلك. وقد تحمل كثيرات منهن طفرات قاتلة. وكثيراً ما يضيع الصبغي، جزئيا أو كليا، أثناء تشكل النطفة أو البيضة. ويصل معدل وقوع هذه الأخطاء الصبغوية عند المواليد الأموات إلى عشرة أضعافة عند المواليد الأحياء.

لا نعرف بالضبط لماذا يكون لكل جينة سرعة طفراتها الخاصة بها، ولا نعرف سببا لكثرة هذه الطفرات. ويتفاوت التكرار إلى أكثر من ألف مرة بين جينة وأخرى. فالجينات الأكبر التي تتألف من قطع من الدَّنا أكثر تناثراً وغالباً ما يكون فشلها أكبر من مثيله عند الجينات الأصغر، وتتبدل بعض تراكيب أسس الدنا أكثر من تراكيب أخرى. ومعدل الخطأ أعلى بكثير في الشدف القصيرة من الدنا المكررة خارج الجينات الوظيفية (كالجينات المعنية بالـ "البصمات الوراثية"). ويمكن لشخص واحد من بين كل عشرة أشخاص أن ينقل تغييرا في هذا الجزء من الدنا عنده. وقد يتطور أيضا معدل الطفرة بالذات. فهناك إنظيمات يمكنها أن تصحح الضرر، ويرتفع المعدل عند فقدان تلك الإنظيمات.

هناك عدد كبير من الوسائل لزيادة عدد الطفرات، سواء في الخلايا الجسدية أو في النطفة أو البيضة. فالإشعاع (كأشعة X) يمارس تأثيراً مثيراً عند الحيوانات. في عام 1945، ألقيت قنبلة ذرية على هيروشيما. وبعد يومين، ألقيت قنبلة أخرى على ناغازاكي. فأسهمت القنبلتان بفعالية في إنهاء الحرب مع اليابان-

أشار إلى ذلك الأمبراطور في أول حديث مذاع صوَّر الواقع بأقل مما كان عليه، "الوضع لايتطور بالضرورة لمصلحة اليابان". وبعد ذلك، أرسلت الولايات المتحدة بسرعة فريقاً من العلماء، هي بعثة كوارث القنابل الذرية، إلى المدينتين المدمرتين. فعكف الفريق على اختبار ماإذا كان الأطفال المُشَعَّعون الباقون على قيد الحياة بعد إلقاء القنابل يحملون تلفاً جينياً جديداً من أي نوع.

تم تأسيس جهاز للتقنين يهدف إلى التعرف على كافة النساء الحوامل وفحص أطفالهن. وفي السنوات الأولى، كان يمكن البحث فقط عن عيوب الولادة وتعوق النمو. وفي الخمسينات، ومع التقدم التقني أصبح ممكناً البحث عن التبدلات في الصبغيات عند الأطفال الذين ينجبهم آباء مشعَّعون. وعلى مدى عشرين سنة، بعد منتصف الستينات، جرى بحث واسع عن التبدلات في تركيب البروتينات.

وفي عام 1991، ظهر آخر تقرير للبعثة (التي أصبحت تعرف اليوم تحت اسم مؤسسة البحث عن تأثيرات الإشعاع). جرى تصنيف الأطفال في التقرير المذكور إلى مجموعتين: أطفال كان آباؤهم يبعدون عن موقع الانفجار أقل من 2.5 كلم وأطفال كان آباؤهم أبعد من ذلك عند سقوط القنبلتين. ومنذ بضع سنوات، أكتُشِف أن القنبلتين انفجرتا على مسافة أبعد مما كان يُظَن، الأمر الذي عقّد هذه المهمة. فأعيد فحص كل من بقي على قيد الحياة في محاولة لاكتشاف مكان وجوده عند حدوث الانفجار، وما إذا كانوا وقتها داخل أبنية تحميهم، وكيف كانت وِضْعَتُهُم بالنسبة لمصدر الإشعاع. وليس في هذا مايدعو إلى الدهشة، لأن معظم الناس كانوا يتذكرون جيداً لحظة القصف، ومن هنا أصبح بالإمكان تقدير الجرعة التي تلقاها كل فرد.

تم تقصي أكثر من مليون جينة مُرَمَّزَة للبروتين. واختُبِرَت الآلاف من هلامات الرحلان الكهربائي لمعرفة ماإذا كانت هناك أية تبدلات في مواضع الأشرطة عند آبائهم. واكتُشِفَت ثلاث طفرات عند الأطفال الذين كان آباؤهم في المدينتين أثناء القصف وثلاث عند الأطفال الذين كان آباؤهم خارج منطقة التدمير. لقد تعرض هؤلاء الناس لإشعاع أكثر من أي أناس آخرين عبر التاريخ. ولكن لم يتم التأكد من الكمية الحقيقية التي تلقاها كل واحد لأن العمل الحديث بالتبدلات الكيميائية التي حدثت عن طريق الإشعاع في الخرسانة الباقية منذ عام 1945 توحي بأن الجرعة كانت أعلى مما قدرت في وقت ما. وعلى الرغم من ذلك، يبدو أن معدل التلف الذي حدث للدَّنا لم يرتفع كثيراً.

هذه الطفرة في جينات ترميز البروتين حدث نادر جداً إلى الحد الذي قد تكون أُغفلَت معه حتى مضاعفة المعدل عند الناس المعرضين في المسح الذي أنجزته بعثة إصابات القنابل الذرية، على الرغم من ضخامتها. ولم تشر دراسة على ربع مليون ولادة في هنغاريا، أُجريَت بعد حادث المفاعل النووي في شرنوبل، إلى حدوث زيادة في عدد الأطفال الذين ولدوا وهم يعانون من أمراض وراثية.

معِ ذلك، مامن شك في أن الإشعاع يمكن أن يسبب طفرات وراثية عند الإنسان. فقد اكتشِف أن ثلثي الخلايا النطافية عند مرضى السرطان الذين يتلقون جرعات عالية من أشعة X تحمل تبدلات صبغوية. وهناك أيضاً دليل كاف من حيوانات أخرى يسبب قلقاً حقيقياً من جرعات الإشعاع المخفضة، وخصوصاً على ضوء وجود صلة بين العوامل القادرة على إحداث الطفرات في النطفة والبيضة والعوامل التي تؤدي إلىالسرطان. وأهم مصدر يمكن تحاشيه في بريطانيا هو غاز الرادون Radon، الذي يتسرب من الغرانيت. فقد يتعرض الناس الذين يعيشون في بيوت غرانيتية في كورن وول إلى زيادة في الإشعاع أكثر من أولئك الذي يعملون في محطات الطاقة النووية. كانت البيوت في الولايات المتحدة تبنى باستخدام الرمال النشيطة إشعاعياً في الأساسات. وكان سكان تلك البيوت يواجهون جرعة الإشعاع العادية مضاعفة عشرين مرة، وجرى بعد ذلك تهديمها. لم يحدث مثل هذا في المملكة المتحدة، بل نصِح السكان المعرضون للخطر بتركيب مراوح تمنع تراكم الغازات. وهناك مصادر أخرى للإشعاع (كأشعة X الطبية الطيارة والساعات المضيئة) ولكن الجرعات في هذه المصادر صغيرة جداً بالنسبة لمعظم الناس.

قد تكون المواد الكيميائية أكثر أهمية. فالأخطاء الصبغية عند عمال محطات الطاقة النووية أكبر بقليل منها عند الناس بشكل عام: ولكن العدد عند أولئك الذين يعملون في المحطات التي تعمل بالفحم أعلى أيضا بسبب المواد الكيميائية السامة التي هي نواتج ثانوية لإحراق الفحم. وحدث تقدم مفاجىء في هذا العمل قضى باستخدام الجراثيم لاختبار ماإذا كانت بعض المواد الكيميائية الخاصة مؤذية أم لا. وجرى اختبار عدد كبير جدا من العوامل التي يحتمل والتي لايحتمل أن تكون كذلك. واكتشف أن بعضا منها، كتلك التي كانت تستخدم في أصباغ الشعر، تمارس تأثيرا قويا، فجرى حظرها. واكتشف أن بعضها الآخر، بما فيها تلك التي تستخدم في الفلفل الأسود، وفي شاي إيرل فراي وفي بعض المبيدات الحشرية، يسبب طفرات أيضا. أما بعض العوامل الأكثر فعالية فكانت طبيعية تماما. ليس في هذا مايدعو إلى الدهشة، لأن المعامل تنتج الكثير من المواد الكيميائية السامة لمكافحة

الحشرات. حتى الخس، ذلك النموذج من المأكولات الصحية، يحتوي على مواد كيميائية تسب طفرات عند الفئران. ويجادل الساخرون في أن المواد الغذائية العضوية أكثر خطورة من تلك التي ترش بسبب المواد الكيميائية السامة الموجودة في التربة والتي تعيش عليها. ومن حسن الحظ أن الفواكه والخضار الطازجة تعمل، كما يبدو، على تخفيف سرعة الطفرة. وحتى ارتفاع درجة الحرارة، يمكن أن يزيد من سرعتها، وتبريد النواحي السفلية عن طريق ارتداء التنورة الرجالية (الاسكتلندية) في مدينة أبيردين الغرانيتية يساعد على عكس التأثيرات التي يمارسها غاز الرادون.

الطفرات، أيا كان منشؤها، هي خامة التطور. وبني البشر، مع كافة المخلوقات الأخرى الحية، يتبدلون على مر العصور عن طريق تراكم تلك الطفرات، ولكن هذا التبدل يحدث بدون انحلال. فالحياة ترتقي ولا تنحل. مع ذلك، كل فرد فان. فمع التقدم في العمر، تتأكل الآلات الجسدية حتى تنهار في النهاية.

يأتي جزء من هذا التأكل من التبدلات الجينية التي تحدث داخل أجسامنا. ثم إن بناء كائن جديد من بيضة مخصبة يقتضي تصنيع مئات الملايين من الخلايا، كل منها ونسختها من الرسالة الوراثية الأصلية. وعندما تكون عملية النسخ ناقصة، تكون احتمالات الخطأ كبيرة. وتواصل الخلايا انقسامها حتى في مرحلة البلوغ. فكريات الدم الحمراء مثلا تتجدد كل أربعة اشهر أو حول ذلك. وملايين الخلايا تنقسم في كل ثانية وينتج كل شخص في كل دقيقة آلاف الأميال من الدنا المنسوخ حديثا. ونتيجة لذلك، يكدس كل واحد عددا هائلا من الطفرات الجديدة في خلايا جسمه خلال حياته. فكل فرد هو جهاز تطوير تتبدل هويته من يوم إلى يوم.

قد يؤدي بعض هذه التبدلات إلى كارثة. لأن كثيرا من السرطانات تنشأ من حوادث وراثية مماثلة لتلك التي تسبب الشذوذات الخلقية. ففي العقد الماضي، راحت بعض السرطانات، وعلى نحو متزايد، تبدو شبيهة بالأمراض الوراثية. فهي تنشأ إما من أخطاء بسيطة في دنا الخلايا الجسدية، أو كاستعداد وراثي للسرطان يقدحه شيء ما في البيئة. فهناك مايقرب من مئة من الجينات المتخصصة التي تتحكم بنمو الخلايا. وعندما تطفر هذه الجينات، قد تتضاعف الخلايا على نحو لايمكن التحكم به. وهنا، كما في الناعور، قد تحدث أخطاء من كافة الأنواع. وقد يتبدل أساس واحد من أسس الدنا أو تضيع أجزاء الرسالة بالكامل. يشمل الخطأ أحيانا الجينات التي تنتقل من صبغي إلى آخر وأحيانا، وهذه مسألة تدعو إلى الدهشة، تحمل الحمات جينات سرطانية كالجينات الإنسانية وتدخلها إلى الدنا. وكثيرا مايحتاج

السرطان في تطوره إلى عدد من الحوادث الوراثية المختلفة. والصورة العامة لاتختلف هنا عن مثيلتها في طفرة النطفة والبيضة.

يزيد الإشعاع والمواد الكيميائية من احتمال حدوث التلف، كما هي الحال تماماً مع الطفرات الوراثية في الخلايا الجنسية. فقد تسبب سرطان الجلد عند الناس غير المحظوظين من الناحية الوراثية ولو كمية بسيطة من أشعة الشمس. وقد يحمل بعضهم جينة معيبة مما يعني أن هؤلاء لايمكنهم تصحيح العطب صوب الدَّنا، ولكن الخطر يحيق بالكثيرين من تراكيب جيناتهم الخاصة بالشعر الأحمر والبشرة الفاتحة التي تتيح لمزيد من الأشعة فوق البنفسجية بالدخول إلى الخلايا. كانت مينا الساعات المضيئة، خلال الحرب العالمية الأولى، تُطلى بمادة نشيطة إشعاعياً. وكانت الكثيرات من النساء غير المحظوظات اللائي يقمن بالعمل يلعقن الفراجين الناعمة التي يستخدمنها. فماتت معظمهن من سرطان أُطلِقَت عليه تسمية "Phossy jaw". وتنشأ في بريطانيا سنوياً حوالي ألفي حالة من سرطان الرئة بسبب التعرض لغاز الرادون. كان يُظَن سابقاً أن حالات من ابيضاض الدم الطفولي تظهر حول محطات الطاقة النووية، ولكن هذه الظنون استبعدت على أسس إحصائية. والتعرض للإشعاع ضئيل عند معظم الناس إلى الحد الذي لايمكن معه أن يكون سبباً مهماً شائعاً لحدوث السرطان.

نعود إلى القول إن للمواد الكيميائية دورا تلعبه. فقد أثبتت المواد الكيميائية الموجودة في التبغ بأنها عوامل فعالة لإتلاف الجينات عندما جربت على الجراثيم. وبعض المواد الكيميائية الصناعية ليست أقل سوءا. ولا يمكن تبرئة الكحول أيضا، وخصوصا عندما يترافق مع التدخين كما هي الحال غالبا. والمواد الكيميائية، يرتبط بعضها بالدنا مما يسبب تلفها. ويقدم قياس المواد الكيميائية إياها تقييما للتعرض للمطفرات Mutagens. وفي بعض الأمكنة، تكون نتائج هذا التقييم نذيرا بالخطر. فمدينة غليووايس البولندية من أكثر الأمكنة الملوثة في العالم. ويأتيها معظم التلوث من إحراق الفحم الناعم. وهذا يعلل سبب ارتفاع معدل وقوع السرطان هناك. ذلك لأن المواد الكيميائية السامة ترتبط بالدنا عند الكثيرين من السكان. وترتفع كميات تلك المواد بحدة في فصل الشتاء، حيث يكون التلوث في أسوأ حالاته. ويميل كثير من هؤلاء المعرضين إلى إظهار السرطان.

يمثل السرطان انحلال الرسالة الوراثية وفقدان الدنا للتحكم بالخلايا التي تحتويها. وقد يعكس العمر العملية نفسها. وبما أن أجسامنا مبتلاة على الدوام بتكرار الدنا، لذلك تزداد الانقسامات كلما تقدمنا في العمر، ويزداد معها احتمال حدوث الخطأ.

فخلايا الوليد الجديد تنفصل عن البيضة عن طريق بضع مئات من الانقسامات فقط؛ أما الخلايا عندي، وأنا ابن التاسعة والأربعين، فتتجاوزها بالآلاف. ومن هنا، تكون احتمالات الطفرة أمام الجينات عندي أكبر من مثيلاتها عند الرضيع. والأسوأ من ذلك، أن تلك الجينات أقل فعالية في إصلاح العطب. يمكن إدراك تأثيرات الطفرة مباشرة عند الكبار. لأن خلاياهم قد تحتوي على جينات متبدلة تنتج بروتينات غير صالحة. فعلى سبيل المثال، يحمل كثير من المسنين في أوروبا كميات بسيطة، لكنها ملحوظة، من الهيموغلوبين المنجلي في دمائهم. وهذه الجينة موجودة بصورة طبيعية عند الأفارقة فقط، مع ذلك، تظهر كطفرة جديدة داخل أجسامهم المعمرة.

يساعد هذا كله على توضيح سبب انتشار السرطان بين المتقدمين في العمر. تُظهِر أزمة الهوية البيولوجية، التي نعرِّفها بوصفها تقدم في العمر والتي تُحَل بالموت، عندما تتنكس الرسالة الوراثية تماماً إلى الحد الذي تصبح معه تعليماتها غير مفهومة. السرعة التي يتقدم فيها المرء نحو الشيخوخة مبرمجة. فخلايا الفئران في المزرعة تتوقف عن الانقسام بعد مضي أربع سنوات تقريباً، بينما تواصل الخلايا الإنسانية انقسامها لمدة قرن تقريباً.

وكما هي الحال عند إعداد سلسلة من الصور الفوتوغرافية، الواحدة من الأخرى، كذلك تماماً تضيع بعض المعلومات عندما تنقسم الخلية. وبمرور الزمن، تختفي أجزاء الرسالة. الدَّنا معبأة داخل صبغيات. وكل صبغي يحمل عند طرفه قطعة من الدَّنا. هذه القطعة تقصر مع التقدم في العمر. ويبلغ طولها عند الرضيع حوالي عشرين ألف حرفاً، وهو أقل من نصف هذا الرقم عند ابن الستين. تفقد الخلايا أيضاً مزيداً من الدَّنا الموجود عند أطراف الصبغيات. وكلما انقسمت الخلايا، تحت تأثير الأورام، تسقط أربعة حروف تقريباً من هذا الجزء من الرسالة، وبالتالي، يعمل الجسم المعمّر من كراس تعليمات ناقص، تملؤه الأخطاء الطباعية. ويحدث تماماً الشيء نفسه للجينات المتقدرية، التي تُطلَق مليئة بالأخطاء مع مواصلة العمر لتقدمه الذي لايرحم.

والشيخوخة، بحد ذاتها، قد تعزى إلى تراكم حوادث وراثية. فالخلايا الإنسانية في المزرعة تهرم بسرعة أكبر عندما تحمل عيباً يزيد من سرعة الطفرة. وبعض الأطفال الذين يرثون ميلاً إلى السرطان يُظهِرون أيضاً أعراض الشيخوخة بسرعة أكبر. والجهاز المنيع، الذي يتميز بأعلى سرعة للطفرة في كافة خلايا الجسم، هو أول من يفشل مع التقدم في العمر. ويبدو أن انحلال ذواتنا المعمرة يعزى إلى الطفرة، في جزء منه على الأقل.

والشيخوخة تزيد أيضاً من عدد الأخطاء الوراثية في النطفة والبيضة. فقد كشفت دراسة لمرض الناعور أجريت في السويد، عن أن آباء البنات اللائي تحدث لديهن طفرات جديدة، كانوا أكبر بثماني سنوات من الآباء العاديين هناك. إنها أكثر من صدفة، أن يكون والد الملكة فيكتوريا نفسه قد تجاوز الخمسين عندما أنجبها. ونطفة الرجل العجوز يفصلها عن البيضة المخصبة التي أنتجتها عدد من أجيال الانقسام في الخلايا أكبر منه عند الذكر الأصغر سناً. قد تكون تأثيرات العمر مذهلة. فالطفرة الصبغوية التي تسبب متلازمة داون شائعة بين الأمهات اللائي تجاوزن الخامسة والأربعين أكثر مما هي بين المراهقات بثلاثين مرة. ومعدل الإجهاض العفوي أيضاً، يرتفع بمقدار خمسة أضعافه بين الخامسة والثلاثين والخامسة والأربعين من العمر، ربما بسبب تراكم التلف الصبغوي.

كل هذا يضفي طابعاً من السخرية على ادعاءات إحدى المؤسسات المكرسة لعكس انحلال النوع الإنساني، أي مركز الاختبار الجنيني في كاليفورنيا، الذي يضع فيه الفائزون بجوائز نوبل ودائع جينية من أجل أمهات مفعمات بالأمل. ويدّعي هؤلاء المودعون أنهم ربما كانوا مرة قريبين من الكمال الجيني، وتشوه ذلك الكمال نتيجة للتقدم في السن.

فإذا كانت جيناتنا تتبدل وتتفسخ أثناء حياتنا، فلماذا إذن لا ينحط النوع الإنساني مع تتالي الأجيال؟ يبدو أن الإجابة على هذا التساؤل تكمن في الجنس Sex. وتعريف الجنس بسيط؛ فهو الوسيلة التي تمكّن الجينات المنحدرة من مختلف الأسلاف من الاجتماع مع بعضها عند الشخص نفسه. وكما سنرى في الفصل التالي، يهيء لنا الجنس فرصة لتطهير أنفسنا من الطفرات المؤذية التي تنشأ مع كل جيل. والجنس، في اكثر من طريقة، هو تناقض العمر.

كل رواية، أو مسرحية، أو عمل فني يدور حول المثلث الخالد: الجنس، والعمر، والموت. هذه العناصر الثلاثة-ووجودنا بالذات- هي مظاهر للشيء نفسه؛ للأخطاء في نقل الجينات، أي للطفرة. فالإنسانية ليست بقية منحلة لسلف نبيل. بل على الأصح، نحن نواتج التطور، مجموعة من الأخطاء الناجحة. ولقد أجاب علم الوراثة على واحد من أقدم اسئلتنا؛ لماذا ينحل الناس، ولا تنحل الإنسانية؟ وبمعنى من المعاني، على الأقل، يكمن خلاصنا في جيناتنا.

الفصل الخامس

5

معركة الأجناس

The Battle of the sexes

يمارس الجنس Sex جاذبية فتية على علماء الحياة. فهم، كالمراهقين، يرتبكون عند طرح هذا الموضوع، وذلك بسبب جهلهم. فعلم الحياة لم يجد حلا لتلك المشكلات الكبيرة المتمثلة بطبيعة الجنس Sex، ونشأته، ووظيفته. ولا بد أن يكون مهما لأنه ثمين جدا. فإذا كان يمكن لبعض المخلوقات أن تقتصر على الإناث في تدبير شؤونها، بحيث تنتج كل ذات نسخا عن ذاتها، فلماذا تلجأ كثير من المخلوقات إلى إرهاق نفسها بوجود الذكور؟ فالأنثى التي تتخلى عن إنتاجهم، قد تكون قادرة على إنتاج ضعف ما كانت تنتجه سابقا من البنات؛ وستحمل بناتها كل جيناتها. ولكن الأنثى التناسلية تعمل، بدلا من ذلك، على تبديد الوقت، أولا، لإيجاد قرين، وثانيا، في إنتاج أبناء لا يحملون سوى نصف إرثها. وما زلنا، حتى الآن، غير متأكدين من علة وجود الذكور، وإذا كان لابد من وجودهم، فلأية غاية تحتاجهم الطبيعة بمثل هذه الكثرة، وخصوصا أنه يمكن لواحد أو اثنين تلقيح كافة الإناث، مع ذلك، ومع وجود بعض الاستثناءات، تبقى نسبة الإناث إلى الذكور متساوية بعناد في كل مكان من العالم الحي.

هاجس الجنس هاجس قديم. فالأعمال الفنية المبكرة كانت جنسية بشكل مكشوف. وفينوس الراقصة للفنان غولجنبرغ، ذلك التمثال الأفعواني الصغير الرائع دون مبالغة في الثديين والردفين، تلك المبالغة التي رافقت التماثيل المتأخرة التي تعالج الموضوع نفسه، عمره حوالي ثلاثون ألف سنة. ويرجع تاريخ الاهتمام بالشكل الأنثوي إلى أبعد من ذلك. فقد كشفت الحفريات التي تقوم بها السلطات الإسرائلية عن حصاة منحوتة على شكل جسد امرأة، قد يكون عمرها ثمانمئة ألف سنة، مما يجعلها أقدم عمل فني معروف.

حب الاستطلاع حول ما يعنيه الجنس ليس جديدا. فهاهو أفلاطون في **السايمبوزيوم**، يشير إلى أنه كان هناك ثلاثة أجناس Sexes؛ الذكور، والإناث،

والخناث. انشق الجنس الثالث بسبب غضب زيوس، وقدر لهذا الجنس أن يقضي حياته باحثا أبدا عن شريكه: "نقل زيوس عوراتهم إلى المقدمة وجعلهم يتوالدون بأنفسهم. فإذا ماواتت رجل فرصة ووقع على امرأة، فإن حملا سيحدث ويستمر النوع؛ في حين لو اقترن رجل برجل، فإنه، على الأقل، قد يحقق إشباعا مما يتيح له توجيه طاقاته نحو شؤون الحياة اليومية". وفّر هذا لأفلاطون ليس فقط تفسيراً لمنشأ الجنس ومعدّله، ولكن أيضا طريقة متقنة لتعليل ضرب من المفاتن الجنسية التي شاعت في بلاد اليونان منذ العصور القديمة وحتى العصر الحاضر. وبعد ألفي سنة، توصل سيدني سميث الإنكليزي إلى الفكرة ذاتها، مع أن الأجناس الثلاثة تمثلت عنده بالرجال، والنساء، والكهنة.

تعريف الجنس من السهولة بمكان. فهو وسيلة إنتاج الأفراد الذين يحتوون جينات من أكثر من سلالة واحدة، بحيث تتجمع في كل جيل معلومات وراثية من أسلاف مختلفين. عند الخليقة اللاجنسية، لكل واحد أم واحدة، وجدّة واحدة، وجدّة جدّة واحدة وهكذا في سلسلة متواصلة من أمنا التي بدأت السلالة. ولكن المتعضيات الجنسية تختلف عن هذا، لأن عدد الأجداد يتضاعف في كل جيل. فلكل واحد والدان، وأربعة أجداد وهكذا. وعندما تتشكل النطفة والبيضة، تحمل كل منها نصف عدد الجينات الموجودة في خلايا الجسم، وفي كل منها أيضاً تزحف الجينات إلى ترتيبات جديدة عن طريق التأشب (انظر ص 49). وبعد التزاوج، تتعاون الترتيبات الجديدة لإنتاج ذاتية جديدة وفريدة. فإعادة خلط الرسالة الجينية هي في صميم التكاثر الجنسي.

يوضح معنى الجنس بطلان شهيران في التاريخ البريطاني، هما: الملك إدوارد السابع (الذي برز في السنوات التي سبقت الحرب العالمية الأولى) وبطاطا الملك إدوارد (التي كانت تطعَم للطبقة العاملة البريطانية لفترة طويلة إلى حد ما). والبطاطا، على خلاف العائلة المالكة، تتكاثر لا جنسياً. كل حبة من بطاطا الملك إدوارد مثيلة لكل حبة أخرى وتحمل المجموعة ذاتها من الجينات كالسلف القديم لكافة حبات البطاطا التي تحمل ذلك الاسم. وهذا مناسب لكل من المزارع والخضري، ومن هنا جاء عدم تشجيع الجنس بين حبات البطاطا. وكان الملك إدوارد بالذات مسألة مختلفة جداً. لقد جاءت نصف جيناته من أمه، الملكة فيكتوريا، ونصفها من أبيه، الأمير ألبرت. وهكذا جاء مزيجاً وراثياً جديداً ومتفرداً يجمع بعضاً من صفات الاثنين ومن الجمعية الدائمة التوسع لمعظم الأسلاف.

تلك هي طبيعة الجنس. ولكن فهم سبب وجوده أكثر صعوبة. تقول بعض النظريات إن السبب في عدم كون الحياة مؤنثة يرتبط بالطفرة. فإذا ماأصيب متعض

عديم الجنس بتبدل ضارٍ إلى الدنا، فإن كافة أخلافه سيحملون ذلك الضـرر. ولـن يكون بإمكان أي منهم التخلص منه أبداً مهما كان مدمراً، مالم يعكسه تبدل آخر في الجينة نفسها، وهو أمر لايحتمل أن يحدث. وبمرور الزمن، سيحدث خطأ آخر مؤذٍ في جينة مختلفة في السلسلة العائلية. وسيبدأ تفسخ الرسالة الوراثية مع توالي الأجيال، تماماً كالتفسخ الذي يحدث داخل أجسامنا الهرمة حيث تنقسم خلايانا دون مساعدة الجنس. قد تكون الطفرة الجديدة مطهِّرة عند المخلوق الجنسي وهي تنتقل إلى بعض الأحفاد دون آخرين. ويمارس الجنس أيضاً تأثيراً أكثر إيجابية على التطور، فعندما تتبدل البيئة (كما تفعل غالباً)، فإن بعض التراكيب الجديدة من الجينات قادرة خصوصاً على مواجهة التحديات الجديدة.

قليلة جداً هي الحيوانات التي تخلت عن الجنس. ومنها العظاءة أو السمكة الشاذة، مع ذلك، ليس بينها ما هو قريب وثيق لنا. وحتى مخلوقات مثل ذبابة اللحم الخضراء التي يمكنها أن تتدبر دون الجنس معظم الوقت تحتاج إلى دورة من التوالد الجنسي مرة من حول ذلك سنوياً. ومع استثناءات عرضية مثل الدَّوارين (مخلوقات صغيرة جداً تعيش في المياه العذبة لم يُكتَشَف بينها ذكر أبداً)، فإن السلالات اللاجنسية كلها تأتي، كما يبدو، من أسلاف حديثين يُصرَّفون حياة جنسية سوية، مما يوحي بأن العفة نهاية تطورية ميتة. والواقع أنه لم يتم التأكد بعد من السبب الذي يجعل التعفف سيئاً. وعلى الرغم من جاذبية نظرية الطفرة، فإن هناك من يجيب بصراحة فيقول إن سبب وجود النساء واضح ولكن أحداً لايحمل فكرة واقعية حول مغزى أن يكون المخلوق الإنساني رجلاً.

مع ذلك، قام الرجال بمحاولات كثيرة لتسويغ وجودهم. فهم يشيرون إلى أن المخلوقات التي تخلت عن الذكور تعاني من المشكلات. فكل النباتات اللاجنسية تقريباً يمكن استخدامها فقط لبضع سنوات. لأنها تنوء بعبء العيوب الوراثية التي تحول دون تواصل ازدهارها أو دون مسايرتها لسرعة التطور بما تحمله من الطفيليات التي ستكون هي الغالبة مع الزمن. وبذلك تصاب السلالة بالهرم.

والبطاطا نموذج جيد لمخاطر العزوبة. حدثت مجاعة البطاطا الإيرلندية لأن البطاطا المستخدمة كلها تقريباً من نوع قديم عديم الجنس. وفي منتصف القرن التاسع عشر، كانت كل حبة بطاطا أوروبية تنحدر من إدخال لمرة واحدة أو مرتين من العالم الجديد الذي أقيم قبل ثلاثمئة سنة. وانتشر المحصول الجديد بسرعة في أوروبا. وفي محاولة بارعة لاستغلال التفكير الساذج، وضع لويس السادس عشر، في فرنسا، حراساً على أول حقول البطاطا أثناء النهار، ولكنه كان يسحبهم بهدوء أثناء

الليل. وسرعان ماقام الفلاحون، وقد تأثروا بالأهمية الظاهرية للمحصول، بسرقة النماذج وزراعتها في حقولهم الخاصة. وفي عام 1840، كان كل بالغ في إيرلندا يأكل يومياً عشرة أرطال من البطاطا (لأن حبوبهم كانت تُصدَّر إلى انكلترا لدفع الأجرة إلى أصحاب الأراضي المنفيين). وانتشرت المجاعة بسرعة مذهلة وكان تأثيرها مدمراً. وفي عام 1845، كتبت صحيفة فريمان الإيرلندية تقول: "نأسف إذ نذكر أننا تلقينا اتصالات من أكثر من مراسل تعلن حقيقة مايدعى بـ "الكوليرا" في البطاطا في إيرلندا، وخصوصاً في الشمال. ففي إحدى الحالات، كان الفريق يقتلع البطاطا-من أجود الأنواع التي رآها-من حقل خاص، وضِلْعٍ خاص في ذلك الحقل حتى الإثنين الماضي؛ وخلال الحفر في الضِّلْعِ نفسه يوم الثلاثاء، وجد درنات يابسة وغير مناسبة لامن أجل الإنسان ولا من أجل الحيوان. وفي السنوات الخمس التالية، مات مليون ونصف المليون إيرلندي من المجاعة. لقد هاجمت الفطور محصولهم، إنها آفة البطاطا، التي هي جنسية عادة ولها ذراري كثيرة لدى كل واحد من مضيفيها. لقد تطورت الطفيليات بسرعة أكبر من تطور البطاطا. وفي هذه الأيام، يجري كل بضع سنوات تجريب نباتات تحمل مجموعات جديدة من الجينات لتوقيف هذا الحدث. وقد أفلتت حتى الآن محاصيل لاجنسية أخرى، كالموز، من مصير البطاطا الإيرلندية (مع أنه لايمكن تأخيره إلى الأبد). كانت البطاطا قد دفعت إلى نهاية تطورية ميتة لم ينج منها إلا الجنس.

يمكن رؤية مخاطر التعفف عند صبغي تخلى عن الجنس، على الأقل بالمعنى التناسلي الصارم. إنه الصبغي Y الذي يوجد فقط عند الذكور. عندما تتشكل الخلايا الجنسية، تنتظم كافة الصبغيات الأخرى واحدها قرب الآخر-الصبغي 21 مع الصبغي 21، أو الصبغي X مع الصبغي X مثلا-وتنهمك في التأشيب، أي الاحتفال التهتكي الذي يجري فيه تبادل المادة الجينية والذي وصفناه في الفصل الثالث. ينتظم الصبغي Y عند الذكر مع الصبغي X، ولكن معانقته لصاحبه أقل من حماسية. ويتبادل المادة الجينية مع الصبغي X من طَرفيه فقط. أما الباقي منه فيحتجز في نوع من بردة تناسلية، آمنا من تقدم جينات أخرى.

كان للتخلي عن الجنس تاثيرات مزعجة على الصبغي Y. ففقد تقريبا كافة وظائفه باستثناء تلك الوظائف القليلة المعنية بالذكورة. وبدلا من ذلك، هناك سلاسل طويلة من حروف الدنا التي لامعنى لها من حيث الظاهر، وكثير منها يتكرر آلاف المرات. قد يكون هذا تلميحا لما يمكن أن يحدث للسلالات اللاجنسية إذا واصلت تعففها لفترة طويلة. هنا، تتراكم الطفرات ولا يمكن التخلص منها وقد تتسلل الدنا

النفاية وتصبح زحزحتها مستحيلة. والصبغي Y، باستثناء دوره المحدود في ضمن بقاء الرجال، يحمل في داخله تحذيرا مرعبا من مخاطر العفة.

يعني الجنس Sex أن مزائج جديدة من الجينات تنشأ دائما مادامت الصبغيات من كلا الوالدين تتأشب. وكل جيل ينتج افرادا ناجحين كانوا وزعوا "فتة"[1] إيجابية من الطفرات بينما يرث آخرون مجموعة أقل فائدة ويفشلون في نقلها. وصف هذه المسألة جورج برنارد شو بعبارة مبتذلة ولكنها دقيقة بيولوجيا. كان ذلك عندما سألته إحدى الممثلات إذا كان يسمح لها أن تحمل طفله، الذي قد يأتي كأبيه ذكاء وكأمه جسدا، ورد عليها بأنه يخشى أن تنجب طفلا يحمل ذكاءها هي وجسده هو. فالجنس يعيد خلط الأوراق: إنه ينتج عباقرة جميلين يبقون على قيد الحياة وبلهاء بشعين لايبقون.

والجنس يتحكم بمصير آلاف الأخطاء الجينية التي تظهر في كل جيل. وهي أخطاء بعضها مؤذ وبعضها ليس كذلك. وهو وسيلة مناسبة لتوجيه الأصلح (قد يكون بعضه أفضل مما سبقه) وتطهير الأسوأ. إنه يفصل مصير الجينات عن مصير أولئك الذين يحملونها. والجنس نوع من الخلاص الذي يعكس، في كل جيل، انحلالا بيولوجيا. وهو، بطريقة ما، مفتاح الخلود. إنه ينبوع الشباب الدائم-ليس بالنسبة للأفراد الذين ينهمكون فيه، بل بالنسبة للجينات التي يحملونها. والجنس يسرع التطور، لأن كل جيل يتركب من مزائج جينية جديدة وفريدة، أكثر من أن تكون هناك آلاف النسخ للنسخة نفسها. فبدلا من سحب الأوراق نفسها دائما في لعبة ورق الحياة (التي قد تكون ناجحة في مواجهة واحدة ولكن لايحتمل أن تكون كذلك في جميع المواجهات)، يتوفر أمام البيضة المخصبة توزيع جديد وفرصة جديدة للربح في الصراع في سبيل الوجود. قد تكون الفرصة متواضعة، ولكن أهمية الجنس تزداد بمقدار مايوزع من ورق بين اللاعبين، وإن تكن طريقة المقامرة ضد عالم عدائي مكلفة.

الجنس Sex شامل، وجذاب ومعقد. كان أحد أهم الاكتشافات، عند مقارنة الخريطة الفيزيائية للدنا مع خريطة الترابط (التي تقوم، كما رأينا في الفصل الثالث، على التأشيب) هو أن بعض الأجزاء من الدنا عندنا جنسية أكثر من أجزاء أخرى، على الأقل بمعنى أن تأشبا يحدث فيما يطلق عليه بجدارة "النقاط الساخنة".

وهناك مشكلة أخرى مربكة ومعقدة-قد تكون الجنس Sex، فلماذا الأجناس Sexes؟ إذا كان التأشيب، أي مزج المادة الوراثية عند شخصين مع بعضها، عملية

---

[1] – أوراق الشدة في يد اللاعب. المترجم

بمثل هذا القدر من الجودة، فلماذا لايبتكر التطور مشروعا يسمح لكل واحد أن يتزاوج مع أي واحد آخر؟ وبما أننا مقيدون في اختيار الشركاء بأشخاص من جنس آخر، فإن توفر جنسين فقط يبدو غير فعال أبدا. تعيش كافة المتعضيات تقريبا (باستثناء بضع كائنات من وحيدات الخلية التي تضم ستة أجناس Sexes) كذكور وإناث فقط. هذا يعني أن نصف السكان فقط يحتمل أن يكونوا أزواجا. فلو كان هناك ثلاثة أجناس، لتيسر لنا الوصول إلى ثلثي الجماعة، ويمكن لمئة من الأجناس المختلفة أن تحول 99% من رفاقنا إلى شركاء محتملين. الجواب (وهو واحد فقط من عدة أجوبة) هو العمل بما يبدو لأول وهلة نقيضا للجنس-صراعا.

إن أفضل تعريف للذكور هو أنهم الجنس الذي يحمل خلايا جنسية صغيرة، أي نطفة؛ والإناث هن الجنس ذو البيوض الكبيرة. تحتوي الخلايا الجسدية على الدنا ليس في النواة فقط، بل أيضا، وبقدر كبير، في الهيولى التي تحيط بها. ويترافق بعضها بالمتقدرات (التي تحمل جيناتها الخاصة بها (انظر ص 31). هناك مزيد من الدنا في الهيولى عند كثير من المخلوقات. وتأتي من مخلوقات بسيطة كانت تعيش سابقا حياة تتسم بإشباع الشهوات اعتادت أن تقوم برحلة في خلاياها. لهذه الدنا (كالدنا في النواة) جدول أعمال خاص بها، يجب أن ينسخ وينقل إلى الجيل التالي. الهيولى هي إقليمها، وتدافع، كالشحرور أو النمر، عن وطنها ضد الغزاة. إذا كانت النطفة والبيضة بالحجم نفسه (ولكل منها سكانها الخاصون بها ودناها الغريبة)، فسيكون هناك خطر نشوب حرب عند التخصيب. وعندئذ، تحتل الإقليم نفسه في البيضة المخصبة فجأة مجموعتان من الجينات الهيولية. وكالنمور (وكتلك النباتات البسيطة القليلة التي تتألف من أجناس مساوية للخلايا الجنسية المعيرة) ستهاجم إحدى المجموعتين المجموعة الأخرى حتى يكتب لها الفوز. هذا الصراع مكلف ومبدد للوقت وقد يلحق الأذى بالجينات الموجودة في النواة.

تم حل النزاع بتنازل أحد الجنسين-الذكور-من طرف واحد عن النضال. على أن لاينقل الجنس الذي استسلم جيناته الهيولية (التي تستبعد من النطفة الزهيدة جدا) بينما يقوم الرابح، الذي يضع البيضة، بنقل كمية كبيرة من كتلته الهيولية. وكما هي الحال في معظم الحروب، فإن العدد الوحيد الثابت من الخصوم هما اثنان: ووجود الذكور والإناث (أكثر من عشرات من مختلف الأجناس) يمثل هدنة في معركة الأجناس.

مع أن علم الحياة لايحمل سوى فكرة غامضة حول سبب وجود الجنس وسبب مقصوريته على الذكر والأنثى، فإنه بدأ يكتشف الكثير حول طريقة عمله. فقد

أظهرت الثورة التقنية في علم الوراثة مدى بساطة الجنس في الإخصاب وعند الإخصاب وإلى أي مدى يصبح مشكلة معقدة فيما بعد خلال الحياة.

يبدو أن الوجود مؤنث أصلا وليست الذكورة أكثر من تعديل للتجربة الأنثوية. والجينة التي تنتج الذكورة بسيطة؛ بسيطة جدا في الواقع حتى أنها أعطت زخما لنظرية جديدة (ولبعض المكتئبين إلى حد ما) حول منشأ الجنس، إنها النظرية التي تقول: إن الجنس قد يكون نشا أصلا كقطعة من دنا أنانية. توحي هذه النظرية بأن الذكور مجرد طفيليات على الإناث، أفراد يتلذذون بالتناسل (ونقل جينتهم المذكرة) دون كثير من المعاناة.

يدفع الصبغي Y نمو المضغة إلى الذكورة. وإذا غاب، لسبب ما، عندئذ يتطور الجنين إلى أنثى. يولد بعض الأطفال وهم يحملون صبغيا إضافيا من صبغيات X. فتصبح مجموعة الصبغيات لديهم هي XXY. هؤلاء الأفراد ذكور (رغم عقمهم). واكتشف بعض الناس ممن يحملون عددا من صبغيات X وصبغي Y، ورغم ذلك، هم ذكور أيضا، مما يؤكد قدرة هذا الصبغي الصغير في فرض وظيفته على الصبغي X.

جرى تعقب الجينة الحقيقية التي تعين نوع الجنس الإنساني بعد اكتشاف قلة قليلة جدا من الذكور الذين يحملون اثنين من صبغيات X. وهي حالة تناقض، من حيث الظاهر، القاعدة التي تقول إنه لكي تكون ذكرا، فإنك تحتاج إلى صبغي Y. مثل هؤلاء الرجال (معظمهم لايعرف شيئا عن حالته) ينهار لديهم جزء صغير جدا من الصبغي Y ويرتبط بالصبغي X. وعندئذ، يتسلح هذا الصبغي بالتعليمات اللازمة لفرض الذكورة. وبما أن قطعة الصبغي Y المحمولة صغيرة جدا، فإن الصبغي X المزيد كان مفيدا جدا في تعقب الجينة الحاسمة.، التي يبلغ طولها فقط مئتين وأربعين أساسا من أسس الدنا. وقد اكتشفت عند كافة ذكور الثدييات وهي مماثلة للجينة التي تعين مايحدث للذكورة في الخميرة.

مع أن الآلية الخاصة بتقرير جنس البيضة المخصبة بسيطة، فإن الطريق إلى الجنس Gender البالغ صعبة ومعقدة. والجنسانية مسألة مرنة. وهي واضحة عند بعض المخلوقات. فعند التماسيح مثلا، تحدد الجنس درجة الحرارة التي تتطور فيها البيوض، ولذلك تضع الأنثى حضنة بيضها في مكان تسمح درجة الحرارة فيه بإنتاج الإناث والذكور. والارتباك، أو الضغط الاجتماعي مهم عند بعض الأسماك.

هنا، يقوم ذكر بحراسة سرب من الإناث. فإذا انتقل، تحدث فترة من التشوش، إلى أن تقوم واحدة من الإناث بتبديل الجنس والنهوض بدوره.

ومن هنا، نجد أن برمجة تعيين الجنس تتم على نحو أقل صرامة مما تبدو عليه لأول وهلة. وطبيعة التحول من أنثى إلى ذكر تختلف من نوع إلى آخر. وحتى عند انواع كنوعنا، حيث يتم التعيين في وقت مبكر من النمو، هناك العديد من الفرص لتنكب هذا الاتجاه أكثر من ذاك على طريق الرشد. تطلق الجينة التي تحدد الذكورة شلالا من مختلف الهرمونات. وتفشل هذه الهرمونات أحيانا، فتتكون سلسلة كاملة من الخناث والمختلطي الجنس تعزى إلى الإخفاقات في هذه المرحلة أو تلك في السلسلة الجنسية.

يترتب على الجنسانية، فور انطلاقها، تبعات هائلة. والتاريخ الطبيعي، في معظمه، دراسة علمية للجنس، لأن الصفات التي تميز بين العصافير، والحشرات، والأزهار تترافق على نطاق واسع بالتوالد. والتنوع في الاختيارات الجنسية في العالم الحي يعني أن مقارنة الحياة الجنسية عند مختلف المخلوقات قد تعلمنا الكثير حول كيفية تطور الجنس وسبب اتباع الحيوانات لهذه الطريقة من السلوك دون غيرها. وعلى الرغم من أن الإنسان يتميز بطرق كثيرة عن باقي المخلوقات، فإنه قد يكون بالإمكان أن يتعلم شيئاً ما حول عاداتنا الخاصة في التوالد عن طريق ملاحظة عادات الأنواع الأخرى.

حاول العديد من الناس التوصل إلى استنتاجات شاملة حول الجنس البشري من دراسة الحياة الخاصة للقردة الكبار والصغار. ولكن محاولة توضيح السلوك الإنساني في عبارات بسيطة تنطبق على الحيوانات خطيرة دائما وعقيمة عادة. وتنتهي هذه المحاولات عموما إلى "مغالطة محزنة"، وهي الفخ الأدبي الذي يرى العواطف تنعكس في الطقس أو في منظر طبيعي. وفي العادة، تنتهي هذه الأعمال أحيانا، أحيانا بذاتها، كما في **مرتفعات ويذرنغ**، إلى تفاهة في الأسلوب. ويعاني علم الإنسان من المشكلة نفسها. فمن السهل جدا علينا أن نقرأ في عالم الحيوان ما نريد أن نراه في عالمنا لتوضيح الحالة الإنسانية على اعتبارها نتيجة حتمية لبيولوجيتنا. حتى داروين، العالم الحقيقي بين علماء الاجتماع والبيولوجيا، اعتراه الارتباك. ففي مذكراته غير المنشورة تختبىء العبارة اللعينة "أثبت الآن أصل الإنسان-يجب أن يتباهى علم ماوراء الطبيعة-هو الذي فهم قردة البابون سيقدم لعلم ماوراء الطبيعة أكثر مما قدم لوك".

علم ماوراء الطبيعة شيء، والجنس Sex شيء آخر. يعتبرنا عالم السلوك الحيواني، كونارد لورانتس، الفائز بجائزة نوبل "قتلة قرود" نتوق إلى نقل جيناتنا الخاصة عن طريق القضاء على المعارضة، الأمر الذي يمكن أن يعلل غزله المبكر مع النازيين؛ وكنت تجد في أي مطار محترم صفا من الكتب ذات الأغلفة الورقية المزخرفة التي توهم بأنها توضح الطبيعة الإنسانية عندما برزت من التاريخ كالرئيسات وهي تحمل هذه أو تلك من الأفضليات الجنسية والاجتماعية. ولكن دراسة السلوك الجنسي لم تكن، حتى الآن، أوسع بكثير من مجموعة من النوادر المفككة. فقد نقلت عن طريق انبعاث واحدة من أقدم التقنيات في علم الحياة. والتشريح المقارن هو الذي أقنع داروين بأن الرجال والنساء هم أقرباء للقردة الصغار والكبار. واليوم، هناك علم جديد للسلوك المقارن الذي يكشف قدرا كبيرا حول طريقة تطور السلوك الجنسي وأسبابه.

وكما يعرف العديد من الناس من خسارتهم، فإن الجنس مشحون بالنضال. وما الوجود العملي للذكور والإناث سوى حسم لحرب في سبيل نقل الجينات الهيولية. هناك صراع بين الذكور أيضا لإيجاد شريك، وبين الذكور والإناث لأنهم يوظفون وقتا وجهدا لتربية الصغار. هذا الصراع يكون واضحا في بعض الأحيان. فهناك نضال بين الذكور يؤدي إلى تطوير أعضاء مثيرة كقرون الأيائل الحمراء، التي يستخدمها المنتصرون للاستئثار بالإناث. وهناك صفات أخرى، كالوجه الناصع التلوين عند قردة البابون، وهي تعبيرات رقيقة عن موهبة الذكر وقد تتطور لأن الجنس الآخر يفضلها.

وهناك دليل ضعيف (على الرغم من التخمينات الشبقية حول اللحى، والأثداء، والأرداف) على أن الإنسان يحمل صفات من هذا النوع، ولكن الصراع بين ذكور البشر أكبر منه بين إناثهم، كما هي الحال بين معظم الحيوانات. أن تكون رجلا، تلك مسالة خطيرة. فعند الولادة، يكون هناك حوالي 105 ذكور مقابل كل 100 أنثى، ويهبط هذا الرقم في السادسة عشرة من العمر ليصبح 103 مقابل 100، وفي السبعين من العمر يصبح عدد النساء ضعف عدد الرجال. وسبب ذلك، أن الرجال يتعرضون أكثر من النساء للحوادث الطارئة، والأمراض المعدية، وقتل بعضهم بعضا. فمعدل الجريمة، التي هي حكر على الذكور، يرتفع في الخامسة والعشرين من العمر في لندن وديترويت (وإن يكن المعدل الحقيقي في ديترويت أعلى من مثيله في لندن بأربعين مرة). وهو عمر قريب من عمر الإنجاب الأصولي. وما

يدعو إلى الاستغراب، أن الخصيان والرهبان يعيشون أكثر مما يعيش الذكور الذين يقدر لهم أن يصرفوا حياة جنسية طبيعية.

يصرف أقرباؤنا الأدنون أنماطا حياتية مختلفة جدا. فمن وجهة النظر الإنسانية، إن قردة الشمبانزي تستدعي الشفقة، والغوريلات بليدة. فالشمبانزي الذكر يتسافد سنويا مئات المرات مع عشرات الإناث. أما الغوريلا الذكر فمخلص، لأنه يجب أن ينتظر مدة تصل إلى أربع سنوات بعد ولادة أنثاه قبل أن تكون قد أصبحت مستعدة للتسافد، وهي، حتى في هذه الحال، لاتكون مؤهلة لمثل ذلك إلا خلال يومين من كل شهر. ولا يجب أن نستغرب وجود المنافسة الشديدة بين الغوريلات الذكور للوصول إلى الإناث، والذكر الناجح قد يجمع بين نصف دستة منها، مما يترك، طبعا، عددا من الغوريلات أزهار الجدار[1] خارجا يعانون من البرد ويتوقون إلى الدفاع عن حقوقهم الوالدية. وكثيرا ماتكون هذه المعارك ضارية، وليس في ذلك مايدعو إلى الدهشة، لأن المستقبل التطوري للذكور هو الذي يتعرض للخطر. ولكن النوع الإنساني يشذ عن ذلك. لأن أفراده يعيشون في جماعات متعاونة على شكل أزواج أوفياء (في كثير أو قليل). وهم، في هذه الحالة، أكثر شبها بنوارس الماء منهم بمعظم القردة الكبار. القرد القريب إلينا من الناحية السلوكية هو الشمبانزي القزم. ولكن الدراسات التي أجريت على هذا النوع من القردة أقل من تلك التي أجريت على أقربائه الكبار، ولكنه يعقد، كما يبدو، زيجات مديدة داخل مجموعات مستقرة من الأفراد ويتميز بصفات لاتختلف عن صفاتنا (كما في وضع المواجهة أثناء الجماع). يعاشر الفرنسي أو البريطاني العادي خلال حياته عشرة من الشريكات. ولكن، كما هي عليه الحال بين كثير من الرئيسات Primates، هناك اختلاف بين الرجال في درجة النجاح في إيجاد الشريكات أكبر من الاختلاف بين النساء. ويعود السبب إلى أن 1% من الرجال مسؤولون عن 16% من الشريكات الإناث.

هناك، عند الرئيسات توافق جيد في حجم الاختلاف بين الذكور والإناث وأساليب التزاوج. فالذكور عند تلك الأنواع التي لديها عدد كبير من الحريم والعزاب الساخطين، أضخم من الإناث، ربما لأن الضخامة والعدوان يساعدان في معركة الحصول على شريكة. ويصل حجم الغوريلا الذكر إلى ضعف حجم أنثاه، أما وزن الشمبانزي الذكر فمشابه لوزن أنثاه ويعيش حياة مسترخية لأنه لايعاني من ضغط

---

[1] Wallflower- : زهرة الجدار، كناية عن شخص (رجل أو امرأة) يكتفي بمشاهدة الرقص إما حياء وإما لأن أحدا لم يدعه إليه. المترجم

العدوانية الجنسية. وتوحي الخلاصة التشريحية بأن لدى البشر، برجالهم الأضخم قليلا من النساء، قصة مضارة معتدلة تجعل منهم حالة وسطا بين الشمبانزي والغوريلا. يتميز نظام التزاوج عند البشر بالمرونة طبعا، وإمكانية تبديله بسرعة (كما في التبدل الحديث تجاه الزواج الأحادي السلسلي-متانة العلاقة-ولكن أكثر من علاقة واحدة خلال الحياة). ولا بد أن تكون هناك، كما يبدو، بعض القواعد العامة. ولكن الزواج الأحادي الصارم نادر. ففي معظم المجتمعات، يعاشر الرجل أكثر من شريكة واحدة أثناء حياته. وتعدد الزوجات أكثر شيوعا من تعدد الأزواج، أي الأسلوب المقابل، مع أنه موجود في التيبت. وبما أن قلة من الرجال، في المجتمعات المضارة، تملك كثيرا من النساء، نجد أن بعضهم لايملكون شيئا.

توضح الرئيسات مناوشات أخرى في معركة الأجناس. يوحي بعضها بأنه كان للجنس البشري ماض شهواني أكثر مما يفعله الاختلاف البسيط في حجم الرجال والنساء. فالصراع بين الذكور لايتوقف عند حدوث التزاوج. بل هناك تنافس بين النطاف أيضا. فالأنثى كثيرا ماتستخدم نطفة الذكر الذي تزاوجت معه آخر مرة، وهذا يعني أن معطي النطفة الناجح يجب أن يضمن ألا يتزاوج مع الأنثى التي تزاوج معها ذكر آخر قبل تخصيب البيضة. وهذا مايفسر سبب بقاء الكلاب متزاوجة بعد التسافد. هنا، يحرس الذكر الأنثى ضد المتطفلين.

وهناك طريقة أقل مهارة لضمان نجاح النطفة الخاصة بالفرد تقضي بإغراق مساهمة الذكر السابق. ثم إن هناك، بين مختلف أنواع الرئيسات، توافق جيد تماما بين حجم الخصى ومدى الاختلاط الجنسي الذي يمارسه الذكور. فقردة الشمبانزي، **مغوية** عالم الرئيسات، تحمل خصى ضخمة، وعلى عكسها الغوريلا، لأن هبتها في هذا الميدان أدنى بكثير رغم كل مايشاع. ومما يدعو إلى الدهشة، أن الإنسان لايختلف كثيرا عن الشمبانزي في هذا الجانب، الأمر الذي يعبر عن أشياء مرعبة في ماضينا. فالمتحمسون الحقيقيون للتعليلات التطورية، يشيرون إلى أن الرجال ينتجون مزيدا من النطاف عند عودتهم إلى شريكاتهم بعد غياب طويل، ربما في محاولة لإغراق أية نطفة غريبة يحتمل أن تكون تطفلت. وهناك مسألة أخرى أيضا، لم يجد العلم لها جوابا بعد، فالرجل يقف وحيدا فيما يتعلق بحجم القضيب. هناك حدود لما يمكن لعلم الحياة أن يوضحه، وقد تكون هذه المسألة خارج نطاق طاقته، على الرغم مما يبدو من وجود نوع جديد من الفن الإباحي التطوري ينتظر أن يكتب.

لم يكن داروين أول من أدرك أن الاختلافات في النجاح الجنسي يمكن أن تكون **مهمة** في التطور. فقد كتب جيمس بوسويل في ***صحيفته اللندنية*** (التي تكشف أنه لم

يكن بحكم حقه الشخصي ممارسا جنسيا وضيعا) مضفيا على سلوكه مسحة من التقوى: "لو أجيزت المتعة التناسلية والقدرة على تكاثر النوع للشخص الفاضل فقط، لصلح العالم تماما". ولكن داروين لاحظ أن الاصطفاء الجنسي (كما سماه) يمكن أن يقدم أكثر مما يقدمه تحسين قدرة الذكر للتغلب على منافسيه المتحمسين. وكان أكثر اهتماما بتطور الصفات من غير ميزة بيولوجية واضحة (كذيل الطاووس-أو ضخامة القضيب الإنساني، بقدر مايتعلق الأمر بتلك المسألة). كان داروين يعتقد أن النضال في سبيل الجنس قد تكون له عقابيل مراوغة أكثر من مجرد عقابيل التطور عند ذكور ضخام وعدوانيين. فإذا كانت الأنثى تفضل، لسبب أو لآخر، صفة مميزة في الذكر (كالذيل الملون الناصع)، عندئذ سيكرر الذكور الذين يحملونه أنتاجه بنجاح أكبر. وسيصبح الذيل الناصع أو مماثله أكثر شيوعا في الأجيال المتأخرة وستعود الإناث من جديد إلى تفضيل الذكور الأكثر بهرجة. وبمرور الزمن، قد تنشأ بنى غريبة تكون مكلفة جدا بالنسبة للذكور العاثرين الذين يحملونها لدرجة لايمكنهم أن يتطوروا إلى حد أبعد. ويرى داروين أن الاختيار المؤنث قد يكون طرفا مهما في المعادلة الجنسية كالعدوانية المذكرة.

وفي كتابه حول هذا الموضوع ***الاصطفاء الجنسي وظهور الإنسان***، يمضي داروين إلى أبعد من ذلك. فيرى أن أفضليات التزاوج توضح سبب الاختلاف الكبير بين الأجناس الإنسانية. أن يكونوا تطوروا لكي يتكيفوا مع المكان الذي يعيشون فيه ليس هو سبب الاختلاف، ولكن نتيجة الاختيار الاعتباطي للشريك هي السبب. فالذين يبحثون عن شريك، في أمكنة مختلفة، قد يقدمون على اختيارات مختلفة، ونزوية جدا. وبمرور الزمن، يحدث الاختلاف بين الناس في هذا العالم: يظن داروين مثلا، أن أصحاب البشرة الأكثر سوادا قد يكونون أكثر جاذبية في أفريقيا، وأصحاب البشرة الفاتحة أكثر جاذبية في أوروبا. ولا شك في أن هناك دليل وجيه على أن الناس يميلون إلى الزواج ممن يماثلونهم ذكاء، ولونا، والأهم من كل ذلك، بطول الإصبع الوسطى، ولكن ليس هناك حتى الآن دليل حقيقي على أن هذه الاختيارات مهمة بالنسبة لعملية التطور.

يميل الرجال أيضا إلى الاتفاق في تقييمهم لمدى الجاذبية التي تحملها أنثى خاصة. وغالتون نفسه هو الذي فكر في إعداد صور فوتوغرافية مركبة، رسم فيها عدد من حسناوات المجتمع، الواحدة في أعلى الأخرى، على أمل إنتاج شيء ما قريب للمرأة المثالية. فبدت آنسته، آفيريج، تافهة من وجهة النظر العصرية. ويمكن اليوم إجراء التجربة ذاتها بمساعدة الحاسوب. ففيما يتعلق بوجوه الذكور والإناث،

يجد معظم الناس أن الصورة المركبة من عدة أفراد أكثر جاذبية من الصورة التي يعتمد تركيبها على فرد واحد: كلما كثرت الوجوه عند إعداد صورة الحاسوب، تكون الصورة أكثر إغراء. ولكننا لم نتأكد بعد من سبب هذا الانتصار الذي تحققه النموذجية (على الرغم من وجود ظنون طائشة وغير واقعية تدور حول أن أصحاب الوجوه الصارمة قد يحملون أيضا جينات ضالة، وهو أمر غير مرغوب).

يبدو أن أية دراسة لتطور الجنس محكوم عليها بأن تهيم لفترة من الزمن فوق شواطىء التخمين غير المذللة. وتعرف إحدى النظريات التي تحاول تعليل سبب حمل الذكور لصفات شاذة بـ *مبدأ التعوق*. تزعم تلك النظرية بأن الذكور يطورون زخارف مكلفة على نحو معجز للتظاهر أمام الزوجات المحتملات بأن جيناتهم صالحة بما يكفي لتحمل كلفتها. إنها على الأقل، فكرة مسلية كانت قد استخدمت لتفسير الأنماط الغريبة من السلوك الإنساني كَسَرَف العقاقير. فربما كان تناول الرجال للكحول، أو التبغ، أو العقاقير يهدف إلى التظاهر أمام النساء بالقوة، ومتانة البنيان، وإمكانية التغلب على الظلم، وقدرتهم، في المحصلة، على أن يكونوا آباء ممتازين. كان اكتشاف أنابيب صغيرة في القبور عند هنود المايا من أكثر الموجودات إرباكا لعلم الإنسان. ويعتقد معدلو القوي Handicappers أنها كانت تستخدم لإعطاء حقنات طقوسية من العقاقير السمية لأكثر الرجال قدرة، مما يضمن لهم ثملا فوريا وصياغة مستحسنة جدا للجرأة الجنسية. ولكن هذه العادة لم تنتشر إلى الشارع في نيويورك.

كثيرا ما يكون الصراع بين الذكور للحظوة باهتمام الإناث واضحا وقد يلتبس على نحو مزعج أمام تجربة علماء الحياة الذين يقومون بدراسته. وهناك أيضا احتمالات كبيرة بحدوث صراع بين الذكور والإناث. فرفض أنثى بعض الحيوانات لشريك جديد، مهما كان دؤوبا، ينشأ لأن الذكور أقل انغماسا في تربية الصغار. وهذا يدفعهم إلى التزاوج والهرب؛ ومحاولة، لابل والاستئثار بأكبر عدد ممكن من الإناث وإنجاب مثل ذلك من الأطفال. أما النساء فيحتجن إلى أن يكن أكثر حذرا. وبما أن إنجاب طفل وتربيته يكلفان كثيرا، لذلك يلجأن إلى اختيار الذكر الذي يتوقعن منه أن يكون أبا صالحا وينبذن البقية.

صراع المصلحة هذا يكون أحيانا وحشيا على نحو واضح. فالذكور، عند كثير من المخلوقات، تقتل صغار الأم بوساطة ذكر آخر ليخلو لهم الجو بها. ولهذا السبب، يموت أكثر قردة لنغور في الهند. وهناك أيضا شكل من أكل لحم الجنس قبل الولادة. فقد تعرضت أنثى فأر وأفراس حوامل إل قيام ذكر جديد بإعادة

امتصاص أجنتها، وهو سلوك قد يكون نشأ لتوفر القناعة بأن الصغار سوف يقتلون بعد ولادتهم.

يكشف بنو البشر عن الصراع بين الأجناس بطرق أقل صخبا. فمعركتهم اقتصادية أكثر منها معركة مهلكة. فإذا كانت الشعوب القبلية هي الدليل، فإن هناك مزيدا من الضرائرية في المجتمعات التي ابتدعت الملكية الخاصة، لأن النساء يفضلن الأزواج من ذوي الدخل الجيد. عندما تتركز الثروة في أيد قليلة، تصبح الحياة أكثر شبها بحياة الغوريلات، حيث يستأثر بالإناث أغنى الذكور. فعلى سبيل المثال، اعترف محب النسل (والموسر) مولاي اسماعيل سفاح مراكش بـ 888 طفلا. ورغم أننا، في الغرب، نتحرك اليوم باتجاه قردة الشمبانزي، برجال تتوفر لأكثرهم فرصة واحدة، على الأقل، لإيجاد ***مس رايت Ms Right***، فإن نجاح التزاوج في بعض المجتمعات مازال مرتبطا بالثروة. فعند شعب كبسيجي، في جنوب غرب كينيا، تفضل النساء الأزواج الأغنياء. وقد يكون لدى رجل ثري هناك دستة من الزوجات وثمانون طفلا، ويزداد عدد زوجات الرجل كلما توسعت أراضيه. ولذلك يهجر الجماعة كثير من أفقر الذكور المراهقين فلا ينجبون أطفالا أبدا. وتكون العائلات لدى كل النساء متماثلة حجما تقريبا. وهناك صراع اقتصادي بين الأجناس، برجال يوفرون رأس المال ونساء يخترن مكانا لتثميره. وفي بريطانيا أيضا، يكون لدى الرجال الذين يشكلون الطبقة الاجتماعية العليا شريكات أكثر من أولئك الأقل يسرا.

عندما يهزم شعب شعبا آخر، فإن الرجال هم الذين يستفيدون من موقعهم المتنفذ في سبيل إيجاد أزواج جديدات. فمعظم الجينات عند الملونين من شعب الكاب، في جنوب افريقيا (الذين هم وسط في المظهر بين الأفارقة والأوروبيين)، هي في منتصف الطريق بين جينات السود والبيض الجدد هناك. مع ذلك، نجد أن دنا الصبغيات Y عندهم بالكامل تقريبا من نمط أوروبي. مما يظهر مدى استغلال الذكور البيض لسيطرتهم الاقتصادية التي كانوا يمارسونها على الإناث السوداوات في القرون المبكرة.

قد تساعد معركة ما بين الأجناس في توضيح صفة استثنائية من صفات التوالد الإنساني. فالنساء، من بين الرئيسات الإناث، هن الوحيدات اللائي لايوضحن الوقت الذي يكن فيه أكثر خصوبة. فأنثى الكلاب وكثير من الثدييات الأخرى تنزو. وتعلن معظم الإناث عند الرئيسات على مدى يومين أو ثلاثة في كل دورة أن هذه الفترة هي أوان حملها. وكثيرا مايترافق هذا الإعلان بسعر التسافد مع مجموعة من

الذكور. وقبل ظهور علم الطب الحديث، لم تكن معظم النساء (وكل الرجال) يعرفن توقيت فترة التخصيب. ربما يعكس الخجل التناسلي عند النساء تغيرا في العلاقة الاقتصادية بين الأجناس التي ظهرت مع بدايات المجتمع. وربما كانت محاولة لحل الصراع بين الاختلاط الجنسي الذي يمارسه الذكر وحاجة الأنثى إلى ضمان رعاية صغارها. تضمن الأنثى، عن طريق إخفائها لتوقيت خصبها، استمرار اهتمام زوجها بها. فإذا لم يكن متأكدا من التوقيت الذي يمكن أن تحبل به، فإنه لن يتجاسر على تركها والسعي إلى امرأة سواها خوفا من أن يستغل غيابه ذكر آخر. وعلى أية حال، إن هذا الاستنتاج حدس تاريخي بدون دليل مباشر معه أو ضده.

لاحاجة بنا إلى القول إن الرجال يسهمون في رعاية أطفالهم. مع ذلك، هناك في معظم المجتمعات اختلاف بين الأجناس في مدى التزامها. فإذا ماانقطعت علاقة ما، فإن الأم عادة هي التي تحتفظ بالطفل. ويمكن التعرف إلى ذلك الاختلاف بطرق بارعة. فهناك كثير من الاختبارات الوراثية تجعل الآباء على علم فيما إذا كانوا يحملون جينة مؤذية وبالتالي ماإذا كان من الحكمة التخطيط لإنجاب أطفال. وفي بضع حالات، يظهر الاختبار للآباء ماإذا كانوا معرضين لخطر إظهار المرض في مرحلة تالية من الحياة. وداء هنتنغتون من هذا النوع. يصل عدد النساء اللائي يتطوعن لإجراء هذا الاختبار إلى ضعف عدد الرجال، وربما يكون هذا لأن اهتمامهن بمستقبل أطفالهن المحتملين أكبر من اهتمامهن بأمنهن الخاص.

تعتبر المعركة بين الأجناس مؤسفة عادة، مع ذلك، لايمكن تفاديها. فهناك ميل طبيعي للتسليم بأن العلاقات بين الأم والطفل يدفعها الإخلاص المتبادل. ولكن التعامل بين الأجيال، من وجهة النظر الهادئة لعلماء الحياة، يقوم أيضا على أساس الصراع. فهناك كثير من الفرص التي يمكن فيها لكل من الأم والطفل أن يستغلا بعضهما بعضا. فمن مصلحة الطفل أن يحصل على أكبر قدر ممكن من اهتمام أمه. وتهتم الأم بالمقابل بأن تكون رعايتها لأطفالها في أدنى حد لها بشكل يتيح لهم البقاء على قيد الحياة. لأنها إذا أغدقت كرمها على أحدهم، فقد يعاني من ذلك الطفل التالي.

قد تبدو هذه المواجهات مألوفة في عالم الحيوان على الرغم من فظاعتها. فقد ظهرت في علم الحياة تلك الفرضية المشجعة التي تقول إن الطبيعة ليست في الواقع بمثل هذه الضراوة وأن الحيوانات قلما توجه أذى كبيرا للأعضاء الآخرين من نوعها. وتظهر المعركة في سبيل النجاح التناسلي مدى خطأ هذه الفرضية. فعلى سبيل المثال، تضع أنثى النسر (أم قشعم-المترجم) عددا من البيوض. وتطعم كل الأفراخ إذا كان الطعام وفيرا؛ أما إذا كان شحيحا، فيتم تجويع آخر الفراخ أو يقوم

أخوتهم بقتلهم. وكثيرا ماتأكل الجرذان والفئران والثدييات الأخرى كل صغارها إذا كان الغذاء شحيحا، وتطلق على هذه الحالة تسمية الكرونزمية نسبة إلى الإله الأغريقي كرونوز، الذي التهم أطفاله.

تثق أية أم طبعا أن جميع أطفالها (سواء المولود الأول، أو الثاني، أو الثالث) يحملون جيناتها بالذات. ولكن من الممكن جدا (وهذا مضمون عند كثير من الحيوانات تقريبا) ألا يكون والد أول أطفالها هو نفسه كوالد آخرهم. وكان أرسطوطاليس قد قال في القرن الرابع قبل الميلاد حول هذه المسألة، "هذا هو السبب الذي يجعل الأمهات يكرسن أنفسهن في سبيل أطفالهن أكثر من آبائهم: مما يجعلهن أكثر معاناة في ولادتهم وأكثر ثقة في أن الأطفال يخصونهن بالذات". يتدخل هنا تضارب المصلحة، ويؤدي الاختلاف في حجم التزام كل جنس بصغاره إلى بعض المراوغات في معركة الأجناس ومعركة الأجيال ويمكن أن تساعد في توضيح الأنماط الوراثية الغريبة إلى حد ما.

أكثر مايدهش علماء الوراثة تلك التأثيرات التي تمارسها جينة خاصة تعتمد أحيانا، كما يبدو، على ماإذا كانت انتقلت عن طريق الأم أو الأب. هذا التأثير، الذي يعرف بـ "الانطباع الجينومي" مختلف تماما عن الارتباط الجنسي (انظر ص 43)، والجينات المعنية قد تكون موجودة على أي صبغي. ويبدو أن كل جنس يدمغ شخصيته على نسخته الوراثية التي ينقلها. ومع أن الدنا بالذات لايتبدل دائما، لكن تأثيراته على من يرثه تعتمد على الوالد الذي جاء منه. فالجينة التي تنتقل عن طريق أب إلى ابنته تختلف في تأثيرها عن تأثيرات الجينة نفسها عندما تنقلها بدورها لأطفالها. "توسم" الدنا أثناء نقلها بوساطة النطفة أو البيضة وتعكس تلك السمة عندما يتغير خط النقل من هذا الجنس إلى ذاك.

يمكن رؤية تأثيرات الانطباع في وراثة داء هنتنغتون. فيختلف العمر الذي تظهر فيه أعراض التلف العصبي لأول مرة من شخص إلى آخر. ويظهر أولئك الذين يرثون الجينة من آبائهم تأثيراته بسرعة أكبر مما تكون عليه عند الذين يتلقون النسخة نفسها من أمهاتهم. ويظهر أطفال الرجال المصابين أول الأعراض في عمر متوسط هو الثالثة والثلاثين، اما أطفال الأم المصابة فيتمتعون بالعافية لمدة تسع سنوات أخرى. ومن خلال انتقال الجينة (لاالجينة ذاتها) من خلال انتقالها عن طريق الأم أو عن طريق الأب.

كل مضغة نامية تحتوي طبعا على نوعي الدنا الأمومي والأبوي. فإذا استخدمنا الاستعارة (الغامضة إلى حد ما) من أن كل جينة تعمل لمصالحها الخاصة، فإن هذا

يدفع الجينات المنحدرة من الأب إلى استخلاص أكبر قدر ممكن من دنا الأم التي تجد نفسها فيه، بصرف النظر عن أي ضرر يسببه هذا لها ومن ثم لأي من الأطفال القادمين. يحدث هذا لأن الصغار المتأخرين قد يحملون مجموعة مستقلة من الجينات من والد آخر. والأب الأول لايفقد شيئا عن طريق استغلاله لزوجته إلى أقصى حد ممكن. أما الأم، فعلى العكس، لأنها تحتاج لأن تضمن أن محاولات إضافية لنقل إرثها البيولوجي الخاص لن يعرضها للخطر جشع أول مولود لها. وهذا يوضح الاختلاف في سلوك الجينة نفسها عندما تنتقل عن طريق الأب أو عن طريق الأم.

هناك دليل هام على فكرة أن الانطباع ينشأ من الجشع واللامسؤولية الأبوية. فالجينات التي تنتج الأغشية التي يتغذى بواسطتها الجنين النامي عند الفئران، تكون أكثر نشاطا إذا انحدرت من الأب منها إذا انحدرت من الأم. وتعمل الجينات المنحدرة من الأب أيضا على زيادة حجم اللسان الذي يستخدم في الرضع طبعا. وتظهر التأثير نفسه جينات المرض الإنساني. فبعض الأجنة يرثون عرضا نسختين من جينة تشجع النمو. فينمون إلى حجم شاذ في حال جاءت النسختان من الأب فقط. والنسخة الأبوية فقط هي التي تنتقل إلى الأطفال الأسوياء، مما يظهر، مرة أخرى، مصلحة الأب في أن يستخلص طفله أقصى مايمكنه من الغذاء من أمه. هناك مرضان وراثيان نادران (يعرفان تحت اسم متلازمة بريدر-ويللي ومتلازمة آنجلمان) كان يظن أنهما مختلفان بسبب اختلاف أعراضهما. والواقع أنهما ينجمان من الطفرة نفسها. واختلافهما يعتمد على مإذا كان المرض قد انتقل عن طريق الأم أو عن طريق الأب. فالأطفال المصابون بمتلازمة بيردر-ويللي (الذين يرثون جينتهم الشاذة من آبائهم) يكونون سمانا ويرضعون بشراهة، أما الأطفال المصابون بمتلازمة آنجلمان (الذين يتلقون الجينة نفسها من أمهاتهم) فأسوياء الوزن.

يرى المتحمسون للتضارب أن بكاء الرضيع ليلا هو أيضا مناورة يمارسها الطفل على الأم لتزويده بمزيد من الطعام وأن الأم تواجه ذلك عن طريق إفراز مواد في حليبها تشبه المواد التي يستخدمها الأطباء كمركنات Sedatives. وسواء كان هذا صحيحاً أم لا، فإنه يوضح أن الجنس عندما تطور كانت له بعض التأثيرات غير المتوقعة على حياة المخلوقات التي مارسته. ولولا وجود الجنس، لما كان هناك، على الأرجح، تطور ولا وراثيات. إن تعلقنا الشامل بالموضوع قد يؤمِّن، يوماً ما، حلاً لهذه المشكلة الجنسية الأكثر أهمية: ما هو الذي يسبب لنا الإزعاج في المقام الأول؟

الفصل السادس

6 الساعات، والمستحاثات، والقردة

كان الحد بين القردة والإنسان بعيدا عن الوضوح. وكان اللورد مونبودو، صديق الدكتور جونسون، على قناعة بأن "النساء تثير أورانج أوتان[1] كما تثيره إناثه بالذات" وأن أبناء الملايو يقطعون أذناب الصغار الناتجين من تلك التزاوجات ويعتبرونهم كصغارهم. وكتب أيضا "يبدو مؤكدا، من التفاصيل التي ذكرناها، أنه من نوعنا... رغم أنه لايبلغ حدود لغتنا". ولكن الدكتور جونسون لم يتأثر بهذا: "من المؤسف أن نرى اللورد مونبودو ينشر أفكارا من هذا النوع... فلو أقدم على ذلك شخص أبله لضحكنا له؛ أما أن يقدم عليه رجل عاقل، فإن عمله يجعلنا نشعر بالأسى".

وهناك، في أمكنة مختلفة في هذه الأيام، سخافة تتمم هذه السخافة. ففي الولايات المتحدة، هناك أربعة من كل عشرة من الناس لايصدقون أبدا أن الإنسان قريب للقرد أو أن عمر النوع الإنساني هو أكثر من مجرد بضعة آلاف من السنين. والمؤمنون بنظرية الخلق مصممون على الاحتفاظ بمواقفهم. فهم ينكرون أننا تطورنا، وأننا، بالتالي، نرتبط ببقية العالم الحي عن طريق جيناتنا. قال الرئيس ريغن، في عام 1982، إن "التطور مجرد نظرية لايؤمن الوسط العلمي بعصمتها من الخطأ كما كانت عليه الحال سابقا... وأظهرت المكتشفات الحديثة أنها تنطوي على أخطاء فادحة". وعقيدة القائلين بنظرية الخلق، عندما لاتكون مغيظة، تزعج علماء الحياة. ونتيجة لذلك، كانوا أقل فعالية في محاربتها مما كان يجب أن يكونوا، وهكذا أحرز المتعصبون بعض النجاح في فرض وجهات نظرهم على الأطفال، على الأقل في الولايات المتحدة.

أفضل دليل على تطور بني الإنسان وأنهم أعضاء في العالم الحيواني ككل يأتي من المستحاثات. ودونها لا يمكن لصورة أسلافنا أن تكتمل أبدا. ليضع أحدنا نفسه

---

[1] - أي رجل الغابة: قرد شجري عاشب شبيه بالإنسان يبلغ حجمه ثلثي حجم الغوريلا ويعيش في الغابات المستنقعية في بورنيو وسومطرة. المترجم

مكان مؤرخ لايعرف شيئاً إلا عن العالم الحديث. في هذه الحال سيجد من المستحيل تقريباً الاستدلال على التقدم في بلد كتركيا والولايات المتحدة مثلاً فقط مما هو موجود أمامه اليوم. فالمؤرخون يحتاجون إل وثائق من الماضي. والنشوئيون، لكي يضفوا المصداقية على نظرياتهم، يجب أن يكونوا كالمؤرخين.

تتوقف الوثائق التاريخية المكتوبة، في الواقع، يوم أول أمس. وأقدم النصوص جاءتنا من السومريين. وتغوص المدونات إلى عمق أبعد قليلا في الصيغة الأسطورية. فجلجامش كان ملكا على دولة المدينة، أوروك، في عام 2700 ق.م. وتحمل الملحمة المسماة باسمه بعض الملامح المألوفة. فهناك جنة عدن، وبطل يهبط إلى العالم السفلي (يعود سالما) وطوفان. يظهر التنقيب عن الآثار في الشرق الأوسط أن فيضانا هائلا حدث هناك فعلا في حوالي ذلك الوقت. وهذا يدل على أنه حتى الأسطورة تحتوي على نتف من الحقيقة.

المستحاثات توثق الماضي. وكان يعتبرها مؤيدو نظرية الخلق، في وقت ما، من عمل الشيطان، وضعت في الصخور لتضليل المؤمنين لكي يؤمنوا بالتطور. وفيما بعد، بذلت محاولة الخندق الأخير لجعلها تنسجم مع الكتاب المقدس. وظهرت بعض الثدييات المستحاثية وكأنها كانت تقف على رؤوس أصابعها مرفوعة الأنوف عندما وافتها المنية. ومن الواضح أنها كانت قد غرقت في طوفان نوح.

أدرك داروين جيدا أهمية آثار الماضي في تعزيز فكرة التطور. فعالج في كتابه الرئيسي ***أصل الأنواع***، وفي صفحة واحدة من أصل ستة، سجل المستحاثات الحيوانية والنباتية. وكانت شظايا أسلافهم تحتل المركز في نظريته. وقد لاحظ أن التدوين لم يكن كاملا تماما حتى بالنسبة للحيوانات: ".... احتفظ بتاريخ العالم على نحو ناقص، وكتب بلغة متغيرة؛ ونحن نمتلك من هذا التاريخ آخر مجلد فقط... ومن كل صفحة بضعة أسطر ليس إلا متناثرة هنا وهناك".

يحتوي دليل داروين، فيما يتعلق بالإنسان، على فجوة هائلة. فهو لم يكن يعرف شيئا حول بقايا أسلافنا ونادرا ماجاء على ذكرهم في عمله الآخر الكبير ***أصل الإنسان***، الذي نشر في عام 1871. وعلى الرغم من أننا أصبحنا نعرف اليوم أكثر قليلا عن الهياكل العظمية لأولئك الأسلاف، فإن سجل تطورنا مايزال ناقصا جدا.

اكتشف في نيندر فالي في ألمانيا، عام 1856، قرد أطلقت عليه تسمية إنسان نياندرتال يمكن اعتباره أول مستحاث لجد الأنسان. ولكن قوة الإيمان كانت كبيرة في تلك الأيام حتى إن بعضهم صرف النظر عن هيكل عظمي كهيكل المصاب

بالشلل النقرسي أو هيكل قوزاقي مات أثناء الانسحاب من موسكو. وتكتشف قبل مئة سنة جمجمة وسيطة بين جمجمة الإنسان والرئيسات الأخرى. ومنذ ذلك الحين، راحوا يواصلون البحث عن مكان ولادتنا وطرق هجرتنا.

لم يتفق علماء المستحاثات حتى الآن حول المكان الذي جاء منه الإنسان الحديث وإلى أين ذهب. لأن السجل المستحاثيّ ناقص جداً إلى الحد الذي قد يشعر عنده المتشائم بأن الدرس الرئيسي الذي يجب أن نتعلمه منه هو أن التطور يحدث عادة في مكان آخر. قيل إنّ منشأ الإنسانية بدأ، في وقت واحد، في آسيا، وأفريقيا وحتى في العالم ككل. وقد جرى البحث في السجل الإنساني بشكل مركز كأي سجل آخر، مع ذلك، ما تزال هناك بعض الفجوات الكبيرة. فالرسوبيات المعروفة على أفضل وجه ما تزال ناقصة جداً. والمنطقة المحيطة ببحيرة توركانا في شرق أفريقيا ليست بعيدة أبداً عن شاشة التلفاز. وعن طريق المواد الغذائية المتوفرة، قدِّر أن عدد السكان الذين عاشوا هناك على مدى مليونين ونصف المليون سنة من تاريخها ربما وصل إلى سبعين مليون نسمة. اكتشف من بقاياهم مئتين فقط، على شكل نتف صغيرة. ثم إن السجل المستحاثي لايقدم قصة التطور الإنساني بشكل كامل، ولكن يمكنه أن يعطي التواريخ والأمكنة التي يمكن للجينات فقط أن تشير إليها. والأجدر بنا أن نبحث عن الهياكل العظمية قبل البحث عن الجزيئات.

وكما هي الحال مع المجين[1]، فإن أكبر مشكلة تعترض سبيل الأخذ بناصية السجل المحفوظ عن الماضي تتمثل بالمقياس. فالحياة بدأت قبل حوالي ثلاثة آلاف مليون سنة. ويمكننا استخدام الرحلة من لاندز إند إلى جونوغروتز كمثال على تاريخها (مع ذلك، أفادتنا سابقاً في توضيح حجم المجين الإنسانية). فالطين البدائي، الذي لانعرف عنه شيئاً، يغطي كل مكان إلى الجنوب من برمنغهام. لقد زحفت أول الحيوانات البرية البدائية إلى الشاطىء قرب أدنبرة. فهناك ضفادع في كيرنغورمز والمشهد على امتداد ثلاثين ميلاً شمال إنفيرنس مبتلى بالدينوصورات. وظهرت الرئيسات المبكرة قرب وِك، في حين يمكن البحث عن نوعنا عبر المياه الباردة في بنتلاند فيرث التي تبدأ على بعدِ مئة ياردة من أقصى شمال شاطىء بريطانيا العظمى. ويبدأ التاريخ المدوّن على الشاطىء، عند علامة المد الأقصى.

تحتاج الرحلة إلى معالم هادية. وبما أنها رحلة عبر الزمن، فإن تلك المعالم يجب أن تبرز العصور الهامة في التاريخ. وهناك كثير من الطرق لتحديد تاريخ المستحاثات. تعتمد بعضها على تحلل المواد المشعة بمرور الزمن. وبعضها الآخر أكثر براعة. فقد كانوا، في العالم القديم، يفضلون بيض النعام كحاويات. لأن تركيب

---

[1]ــ المجين Genome: مجموعة الجينات عند الشخص. المترجم

الأحماض الأمينية فيها، كما هي الحال في كافة الأنسجة الحية، يتجه نحو اليسار. وبمرور السنين، تنحل الأحماض الأمينية إلى مزيج مؤلف من أشكال يسارية ويمينية. وقياس النسبة من اليسار إلى اليمين يحدد تاريخ القشور والناس الذين استخدموها. واكتشفت أقدم الحاويات المعروفة من هذا النوع في كلاسيس ريفر ماوث، في جنوب أفريقيا، حيث عاش إنسان جمجمته شبيهة بجماجم الناس الذين يعيشون هناك اليوم. وعن طريق النعام، قدر أن تاريخهم يعود إلى مئة وعشرين ألف سنة. وأقدم من تلك بعشرين ألف سنة الحاويات التي اكتشفت في أحد الكهوف في [إسرائيل][1]؛ واستخدمت تلك القشور في تنزانيا قبل خمسين ألف سنة لصنع أول الحلى، كبعض العقود اللاترابية.

تاريخ الأسلاف المبكرين للنوع الإنساني مايزال غامضا. ويبدو أن الهياكل العظمية التي تشبه هياكل الرئيسات–القردة الكبار، والقردة الصغار والإنسان– تعود إلى ستين مليون سنة تقريبا. ففي الجزائر اكتشفت أول شدفة من قرد شبيه بالإنسان (المجموعة التي تطورت إلى قردة كبار، وقردة صغار، وإنسان) تعود إلى حوالي خمسين مليون سنة. لم يكن هذا المخلوق أكبر بكثير من الجرذ. واكتشف في كينيا عظم فك لقرد مبكر شبيه بالإنسان (المجموعة التي تتضمن الإنسان والقردة الكبار). إنها الأثر التاريخي الوحيد، في فترة عشرة الملايين سنة، التي تغطي انقطاع السلسلة التي تؤدي إلى القردة الصغار ومنها إلى القردة الكبار وإلينا. وقبل خمسة عشر مليون سنة، كانت عدة أنواع من القردة الكبار تطوف أنحاء أفريقيا وآسيا. ولم يكن أي منها أكبر من صبي في السابعة من عمره وكلها كانت تحمل أدمغة صغيرة ووجوها مستدقة. وبعدئذ، ينقطع السجل بفجوة أخرى مدتها عشرة ملايين سنة. واكتشف وجه مستحاث يعود إلى هذه الفترة في مكدونيا عام 1991. وهذا الأغريقي القديم هو، حتى الآن، أقرب مخلوق إلى الجد المشترك بين القرد الكبير والإنسان.

ظهر مايبدو أنه السلف المباشر المبكر للإنسان الحديث قبل ثلاثة وأربعة ملايين سنة في أحواض لايتولي في كينيا. وأطلقت على هذا المخلوق تسمية أوسترالوبتيكوس أفارنسيس، نسبة إلى منطقة آفار في أثيوبيا، وهي منطقة أوفير التوراتية التي يرد ذكرها في قصة سليمان وملكة سبأ. والنموذج الأكثر شهرة هو "لوسي"، وسميت هكذا لأن مكتشفيها كانوا في ذلك الوقت يمثلون "لوسي في السماء مع ماسات" البيتلز. كان طولها

---

[1] – القوسان من عندي. المترجم

أقل من أربعة أقدام، صغيرة الجمجمة، مترهلة المشية. وتأتي أقدم الهياكل العظمية، التي تبدو وكأنها تخص أسلافنا المباشرين، أي النوع الإنساني، من كينيا ويعود تاريخها إلى حوالي مليونين ونصف مليون سنة. وقد ظهرت أولى الأدوات الحجرية في ذلك الوقت.

يصعب تصنيف المستحاثات بالطريقة نفسها التي يتم فيها تصنيف المتعضيات. وهذه المشكلة شبيهة تقريبا بتعريف الأساليب الفنية. وبما أن تلك الأساليب تتطور واحدها إلى الآخر، لذلك يبدو رسم حد يبين، على وجه الدقة، متى يتحول رسم الانطباعي إلى مابعد الانطباعية عديم المعنى. لأنه لابد من يتسلل شيء من الاعتباطية. وفي علم الإحاثة تصبح الأمور أكثر صعوبة، نظرا لقلة العينات المكتشفة، إضافة إلى وجود ميل طبيعي لتجميل كل عينة باسمها الخاص. يتفق معظم علماء الإحاثة على أنه كان هناك ثلاثة (أو أربعة) أنواع للإنسان: الأول، هو الإنسان الماهر ("الإنسان الصناع) الذي عاش قبل أكثر من مليون سنة؛ والثاني، هو الإنسان المنتصب، وهو أكثر حداثة إلى حد ما؛ وأخيرا، جاء نوعنا الخاص، أي الإنسان العاقل، الذي بدأ ظهوره قبل حوالي نصف مليون سنة. ويصنفون الإنسان الماهر أحيانا إلى صنفين مميزين: الإنسان الماهر بالذات وإنسان رودولفنسيس Homo Rudolfensis. الدماغ عند الإنسان الماهر أكبر من دماغ أسلافه ووجهه أقل بروزا وكان يمكن لأول مرة ملاحظة أن له أنفا وذقنا. اكتشف هيكل عظمي كامل تقريبا لصبي الإنسان المنتصب قرب بحيرة توركانا في كينيا. كان بارز الحاجب، ضخم الفك، طويل الذراعين والساقين. وفي أكثر الأحيان، كان يتعايش أكثر من نوع واحد من مخلوق يشبه الإنسان. ففي أفريقيا، كانت البهائم الشبيهة بـ لوسي وأقربائها تعيش على مدى آلاف السنين جنبا إلى جنب مع الإنسان الماهر. وفيما بعد، ربما كان هناك نوعان إنسانيان متعاصران، وهي حالة آسرة لو كانت استمرت حتى اليوم. والواقع، أن الإنسان فريد بين الثدييات في كونه العضو الوحيد الباقي من عائلته التطورية، أي النوع الإنساني. والإنسان يشارك خنزير الأرض فقط في هذا الامتياز.

كان الإنسان المنتصب أول الهاربين من أفريقيا، حدث ذلك بعد التطور مباشرة. فقد اكتشف فك إنسان منتصب مختلط بهياكل عظمية لنمور وفيلة ذات أسنان مسيفة Sabre-toothed تحت بلدة دمانيسي في جيورجيا القوقازية. وخلال وقت قصير يسترعي الانتباه، انتشر هذا النوع من الإنسان إلى الشرق الأوسط، والصين، وجاوة وأوروبا. ينتمي "إنسان جاوة" و "إنسان بكين" (الذي اختفت هياكله العظمية على نحو

غامض خلال الفوضى التي رافقت الغزو الياباني للصين) إلى هذا النــــوع، الــذي عاش حياة مستقرة مع عدم حدوث تبدل تقريبا في الجمجمة خلال تاريخه الطويل.

وظهر الإنسان العاقل، ببعض أفراده الذين يشبهون الإنسان المنتصب، في أفريقيا قبل حوالي أربعمئة ألف سنة. ويبدو أن هذا المخلوق كان يشكل، من وجهة النظـــر الحديثة، تهديدا مميزا، على الرغم من أن دماغ بعض أفراده كان أكبر من الدمــــاغ العادي الذي نحمله في هذه الأيام. وعلى مدى مئتي ألف سنة، كان هنــــاك ســكان أوروبيون انحدروا من "الإنسان العاقل القديم" (الذي ينتسب إليه إنسان سوانسكومب، إنسان بريطانيا الأول). وربما تطور هؤلاء السكان إلى إنســـان نياندرتـــال، الــذي اكتشفت بقاياه في كل أنحاء أوروبا والشرق الأوسط.

كان إنسان نياندرتال بالذات، الذي ازدهر على مدى مئة الف سنة قبل اختفائـــــه أمام موجة الإنسان الحديث، يحمل دماغا أكبر من دماغنا (وإن يكن فــــوق هيكلــه الجسدي أضخم)، وأنفا كبيرا وكذلك الأسنان. وكان قصير الذراعين والساقين، يشبه إلى حد ما إنسان الإسكيمو المعاصر. وكان قد تكيف مثله للعيش في الجو البـــارد. واكتشف هذا الإنسان شرقا حتى العراق، ولكنه لم يكتشف في أفريقيا أو سواها.

وقبل حوالي مئة وثلاثين ألف سنة، ظهر في أفريقيا أول إنسان ذي مظهر حديث مميز (بنية رشيقة، وجمجمة رقيقة، ودماغ كبير، وفك كبير أيضا). واكتشفت بقايـاه في أومو-كيبش في أثيوبيا. وبجوار المنحدر المشرف في الموقع الجنوب أفريقـــي، كلاسيس ريفر ماوث، وداخل خمسين قدما من الراسب الذي يشمل فترة أربعين الف سنة من التاريخ، يوجد كثير من المستحاثات من هذا النـــوع. وتتنـــاثر الأصـــداف الفارغة هنا وهناك. كان الطعام، الذي هو من مصدر بحري كما يبدو مـــن بقايــاه، يطبخ فوق نار مكشوفة. وصل هذا الإنسان الحديث المبكر إلى [إسرائيل][1] قبل مئـــة الف سنة، حيث اكتشفت بقاياه في بعض الكهوف. وعاش إنسان كرو-مغنـــون، أول أوروبي حديث (كإنسان واع) في جنوب فرنسا قبل أربعين ألف سنة من الآن.

يؤمن بهذه الرواية التاريخية حول نموذج "الخروج من أفريقيا" معظـــم القـــائلين بنظرية التطور. ولكن، هناك نظرية أخرى. فالبعض يظنون أن الإنسان نشـــأ فـــي وقت واحد في كل أنحاء العالم، وأن الصينيين الحاليين تطوروا من جد صيني قديم، والأفارقة من سلف أفريقي، كل فوق أرضه. هذه الفكرة، فكرة أن يتطـــور النـــوع نفسه في وقت واحد وأمكنة مختلفة، تتحدى نظريات علماء الوراثـــة فـــي التكـــون

[1] - ياللمغالطة! وهل كان هذا الكيان موجودا منذ ذلك التاريخ؟ القوسان من عندي. المترجم

النشوئي (الذي لم يقل بخطأ هذه الفكرة). قد تعزز المستحاثات فكرة التطور المحلي. لأن المستحاث الذي اكتشف في عام 1990 قرب نهر هان في الصين، يشبه الإنسان المنتصب، ولكن وجهه المسطح، كما بدا لمكتشفيه، يشبه إلى حد ما الوجه الصيني الحديث. يبالغ أنصار نظرية التطور المحلي بمسألة وجود "القواطع الجاروفية" في فكوك المستحاثات الآسيوية. وأسنانها مجوفة إلى الخلف كأسنان الصينيين المعاصرين. وفي بعض الأمكنة في أوروبا، يحمل ثلث السكان قواطع جاروفية، ولهذا لايمكن اعتبار هذه الظاهرة حجة مقنعة تماما. وبالتالي، قليلة هي القطع التي اكتشفت وكانت سليمة، ومن هنا يبدو أنه كثيرا جدا مايكون التاريخ في حسن تمييز المراقب. كانت أفريقيا مركز العالم الذي نشأت فيه معظم الرئيسات وليس هناك من سبب يدعو إلى الافتراض بأن الإنسان كان استثناء من ذلك.

وهناك جدل مستحاثي أكثر شيوعا مما يستحق، ويدور حول مسألة التطور وهل يحدث زحفا أم وثبا. يعتقد داروين بقوة أن منشأ الأنواع هو عملية تدريجية ومتواصلة. فالماضي لم يكن أكبر من الكتابة الحالية. واعتبر أنه بسبب طول الزمن المتاح، يمكن تعليل التحولات الهائلة التي حدثت عن طريق التبدلات البطيئة وغير المحسوسة تقريبا والتي تؤثر على المخلوقات الحية في العصر الحاضر. وكان مترويا وفيكتوريا في وجهة نظره حول الطريقة التي يسير بموجبها الكون؛ فهو تقدم تدريجي وحتمي تقريبا.

وكانت هناك وجهة أخرى معارضة (نظرية "التوازن المرقم"، كما تعرف في آخر مظهر لها)، تنظر إلى التطور على أنه ملل يخففه الرعب. فالنوع يظهر بصورة مفاجئة من خلال تبدل ثوري يحدث على نحو انفجاري. وفي الفترات التي تفصل بين هذه الكوارث التاريخية، تكون الحياة هادئة. ويزعم الترقيميون، على الرغم من داروين، بأن أصل الأنواع لايرتبط بما يحدث للنوع عند نشوئه. وإذا أمعنا النظر اليوم في نظرية التطور، لوجدنا أنها لاتقدم الكثير حول ماكان يحدث في الماضي.

تتمثل القوة الرئيسية لهذه النظرية في قدرتها على إزعاج الداروينيين. وقد كتبت مئات البحوث العلمية في تأييد أو معارضة التوازنات المرقمة. وكان المقياس الزمني هو أهم مشكلة. لأن مايمكن أن يعتبره الجيولوجي لحظيا قد يعتبره عالم الحياة أبديا. فوثبة بين نوع وخلفه قد تستغرق عشرات آلاف السنين: لاشيء بلغة الأحقاب الجيولوجية، ولكن التطور التدريجي من النوع الدارويني يحتاج، لكي يحدث تبدلات أساسية، إلى أجيال أكثر من كافية. ويشير المعارضون للتطور

الزاحف من غير لبس إلى أن معظم الأنواع لاتتبدل ابدا خلال حياتـــها التطوريـــة، وهي مسألة لم يكن داروين يتوقعها.

ومهما كانت حسنات كل عقيدة، تبقى هناك ثغـــرات كثـــيرة جـــدا فـــي ســـجل المستحاثات الإنسانية حتى أنه لاتتوفر معلومات كافية تجعلنا نعرف إذا كان الإنسان ظهر فجأة أو تطور ببطء. فالبقايا ضئيلة جدا إلى درجة يحتمل معها أن لاتكون قـــد اكتشفت بعد آثار السلالة التي تنتهي إلى إنسان اليوم. وهناك حقيقة مشؤومة تشـــير إلى أنه رغم كون المستحاثات أفضل دليل على تطورنا، فأنها لاتقدم الكثـــير حـــول كيفية حدوث ذلك التطور. ومن الواضح أن الصفات التي نحملـــها اليـــوم نشـــأت بصورة تدريجية، فقد ظهرت أولا عند سلف بعيد ووصلت إلى الكمـــال (هـــذا إذا كانت قد اكتملت فعلا) فقط خلال المئة ألف سنة الماضية أو حول ذلك. فمـــا مـــن حيوان رئيس واحد استيقظ يوما ليجد نفسه إنسانا.

والمشكلة الأكثر أهمية في استخدام البقايا الصامدة في دراسة التاريخ هـــي أنـــه لايمكننا أبدا أن نتأكد من كون أي مستحاث باق هو واحد من أعضاء السلالة. وكـل من يحاول إعادة بناء صورة التطور الإنساني من الشظايا الإنسانية، لن يكون أفضل من قابض على ريح. فأسلافنا المنقرضون انقرضوا فعـــلا. وهـــذا يجعـــل صعبـــا اكتشاف قرابة كل منهم بالآخر وقرابتهم لنا.

مع ذلك، هناك نافذة أخرى تطل على الماضي. إنها كل جينة حديثة تنحدر عـــبر الأجيال منذ عصور طويلة. ثم إن الروابط بين الإنسان والرئيسات باقية فـــي دنـــا الحيوانات الحية. أدرك داروين بالذات أن هناك طرقا لاستقصاء التاريخ أفضل مـــن طريقة الاعتماد على الحوادث المجمدة، أي على المستحاثات. وتعتمد كافة مزاعمـــه حول الجنس البشري على دليل غير مباشر (مقارنة تشريح الإنسان بتشريح القـــرد). واليوم، اكتمل الدليل أفضل من أي وقت مضى وأصبحت صورة أسلافنا واضحة.

علم الحياة الجزيئي ليس أكثر من كتاب تشريح صغير، مضافا إليه تخويلاً واسعاً جدا بالبحث. ففي نظر عالم الوراثة، كل واحد مستحاث حي، ويحتوي على ميراث أسلافه. والجينات تبعث التاريخ، ليس فقط منذ ظهور الإنسان على ســـطح الأرض، بل منذ نشأت الحياة ذاتها. يقارن فرويد، في كتابه ***أصل الإنسان***، الإنســـان بـــالقرد الصغير والقرد الكبير في محاولة لإثبات النسب المشترك بينهم فيقول: "مازال يحمل الإنسان في هيكله الجسدي خاتم أصله الوضيع الذي لايمحى". وعبر وليم جلـــبرت عن ذلك بطريقة ذكية أكثر: "مع أن الإنسان الدارويني حسن السلوك، لكنـــه، فـــي

الواقع، ليس أكثر من قرد صغير حليق الذقن". ويتيح لنا علم الوراثة أن نبحث عمن كان ذلك القرد الصغير الحليق الذقن، ومتى عاش، وذلك عن طريق تفحص أقربائنا.

يستدل من الهياكل العظمية أن الإنسان أوثق قرابة بالقرد الكبير وأن أقرب قريب لهما يقع بين الشمبانزي، والغوريلا وأورانج أوتان. وقد سلم علماء التشريح فيما مضى بأن الإنسان العاقل لابد أن يكون مميزا. وأنه، في حالات كثيرة، كان مختلفا عن "القردة الكبار". ونحن أيضا، نختلف عنهم بجوانب واضحة، كحجم الدماغ والشعرانية مثلا، ونتميز ببعض المواهب الأخرى الفريدة. فمعظم الناس يمناويون، وهكذا كان أسلافنا، وتدل على ذلك أساليب تكسير الأدوات الحجرية. ومع أن الشمبانزي والغوريلا يمكن أن يستخدما يدا دون الأخرى، فإن نصف الحيوانات تقريبا يفضل اليسرى والنصف الآخر يفضل اليمنى. والدماغ الإنساني أيضا عديم التناسق وقد يكون أكثر من مصادفة أن يتم ترميز الكلام واللغة فقط على جانب واحد منه.

وكما يصعب قياس مدى مايمثله التباعد الوراثي من اختلاف في الشعرانية واليدوية، كذلك المقارنات لاتفيد كثيرا في قياس مدى الفجوة البيولوجية بين القرد الكبير والإنسان. ويمكن لعلم الفراسة أن يقدم ماهو أفضل. فنحن نشترك مع القردة الكبار في كثير من الجينات. ثم إننا لانختلف عنها فقط في طريقة معرفتنا للعالم (انظر ص 32)، بل نشاطرها الاختلاف في طريقة رؤيته. فكثير من الذكور، عند بعض القردة الصغار، مصاب بعمى الألوان بالنسبة للأحمر والأخضر. وتحمل قردة الشمبانزي الزمرتين الدمويتين A و B. ويمكن رؤية ألف من الشرائط الملونة المميزة في مجموعة الصبغيات الإنسانية. وكل واحدة موجودة أيضا عند قردة الشمبانزي. والتغيير الرئيسي لايحدث في كمية المادة الصبغية، بل في ترتيبها. فقد أعيد خلط كثير من الشرائط واندمج اثنان من الصبغيات مع بعضهما بعضا في سلسلة تؤدي إلى الإنسان. يحمل أحدنا في كل خلية ستة وأربعين صبغيا، بينما يحمل كل من الشمبانزي والغوريلا ثمانية وأربعين.

وعند مستوى الدنا أيضا، هناك تبدل طفيف لافت للنظر. ففي واحدة من جينات الهيموغلوبين الكاذبة، وهي الـ "هيكل الصدىء" لجينة عاملة (انظر ص 59)، التي تكدس الطفرات بسرعة لأنها غير وظيفية، يكون الإنسان على بعد حوالي 1.7% عن كل من الشمبانزي والغوريلا، و3.5% عن أورانج أوتان و 7.9% عن قرد الريص. وتوحي الجينات الأخرى برابطة أوثق بين الشمبانزي والغوريلا، مما يشير إلى أن السلسلة التي تؤدي إلى الإنسان تتفرع قبل غصن الشمبانزي-الغوريلا. قردة

الشمبانزي، كنوع، أكثر اختلافا عند المستوى الجزيئي من الإنسان، الأمــــر الــذي يوحي بأنها كانت تطورت في المكان نفسه خلال زمن أطول.

نحتاج، في سبيل تمييز مكان الإنسان في الطبيعة، إلى دراسة أكبر عدد ممكـــن من الجينات وجمع المعلومات عنها كلها. وتنهض بذلك طريقة حديثة تعرف باســم تهجين الدنا. تعتمد هذه الطريقة على القوة الاستثنائية لجزيء الدنا ورغبته العارمـة في التوحد؛ أي إلى اقتران كل شريطة بسلسلة تناسب سلسلتها الخاصة.

عندما يسخن حلزون دنا مزدوج، ينفصل إلى شريطتين مستقلتين، تحمـــل كـل منهما مجموعة متناسقة مؤلفة من أربعة أســس. وعندمــا يــبرد الســائل، تنضـم الشريطتان إلى بعضهما بعضا، حيث تقترن A مع T وG مع C، لإعادة تركيب البنية المزدوجة الأصلية. وعند معالجة الدنا من نوعين مختلفين بهذه الطريقة، فإن الشيء نفسه سوف يحدث. تشكل بعض الشرائط المفردة من كل نوع جزيئا هجينا يحتــوي على شريطة واحدة من كلا النوعين. وكلما كانت القرابة بين النوعين وثيقة أكـــثر، كانت الدنا فيهما أكثر تشابها والتوافق أكثر متانة. أما إذا كانت الشـــرائط متشـــابهة جدا، فإنها تبقى متحدة حتى لو ارتفعت درجات الحرارة، ولكنها تكون أقل اســتقرارا إذا كانت سلاسل الدنا التي تشترك فيها اقل عددا. ومن هنا، يمكن، عن طريق درجة الحرارة التي ينصهر عندها الهجين، تقييم مدى التشابه بين سلســـلتي الدنـــا. إنـــها لطريقة سريعة وسهلة لقياس القرابة بين أي زوج من النوع. وقد استخدمت لتميـــيز بعض مشكلات التصنيف الشائكة. فعلى سبيل المثال، يظهر تهجين الدنا أن أقـــرب الأقرباء لنسر العالم الجديد هو اللقلق أكثر مما هو نسر العالم القديم.

النتائج المتحصلة من الرئيسات تدعو إلى الدهشة. لأن الدنا عند الإنسان والشـمبانزي مشتركة بنسبة 98.4%، وهي نسبة أعلى بقليل منها بيـــن أي منـــهما وبيـــن الغوريـــلا. وأورانج أوتان أضعف قرابة، وأضعف من ذلك قرابة القردة الصغار في العالم الجديـــد. إن أي فكرة تفيد بأن الإنسان يقع، من الناحيةالوراثية، فوق قنة مرتفعة، هي ببساطة فكرة خاطئة. فلو جاءنا عالم من المريخ لتصنيف الأحياء مسلحا بآلة لتهجين الدنـــا، لصنـــف الإنسان والغوريلا والشمبانزي كأعضاء في أسرة بيولوجية واحدة وثيقة القرابة.

ومما لاشك فيه أن هذا لايعني أن الإنسان والشمبانزي هما مجرد شكلين بسيطين مختلفين عن الموضوع نفسه. فهناك في التطور ماهو أكثر من تبدل الدنا. ففي جزر هاواي أنواع من ذباب الفاكهة أكثر من أي مكان آخر في العالم، مع تنوع واسع في أشكاله. فمثلا، هناك نوع يشبه سمكة قرش أبو شاكوش، يحمل نتوءات ضخمة على

كلا جانبي الرأس. ويظهر تهجين الدنا أن هذه النشوة التطورية الجامحة لاتترافق تقريبا بتبدل في المادة الوراثية. ويصح الشيء نفسه بالنسبة لمجموعة أخرى غريبة من المخلوقات، هي الأسماك البلطية الموجودة في بحيرات شرق أفريقيا. وهناك مئات الأنواع التي تختلف في تصرفاتها كرعي الطحالب، وافتراس بعضها بعضا، وممارسة أسلوب حياتي مقزز أيضا إلى حد ما، ذلك الذي يتمثل برعي حراشف رفاقها الأحياء. فلو كانت الأسماك من الثدييات، لأدركنا أنه يجب أن تكون مختلفة كالأيائل، والذئاب، والجرذان. ولكنها تقريبا لايمكن التمييز بينها على مستوى الدنا. وبالمقابل، تبدو الحلازين التي أتعامل معها متشابهة إلى حد بعيد، ولكن الجينات عند كل نوع مختلفة جدا. ولسبب ما، يتطور شكلها البدني ببطء على الرغم من سرعة تبدل جزيئاتها.

يتميز الإنسان عن أي حيوان آخر بدماغه وسلوكه. وربما احتوت أدمغتنا بضع جينات فقدت أهميتها بمقياس الاختلاف الوراثي العادي. وبديهي أيضا أن هناك مجموعة كاملة من الصفات الفكرية والثقافية التي تظهر عند بلوغ المستوى الحرج للذكاء والتي لم يتم الترميز لها بالجينات أبدا. والدماغ الإنساني أكبر بثلاث مرات مما يتوقع أن يكون عليه دماغ الحيوان الرئيس النموذجي من الحجم نفسه-وأسلافنا بعمر المليوني سنة كانوا في ذلك الحين في مقدمة أقربائهم الرئيسات في هذا الجانب.

وهناك، في مكان ما من الدماغ، أو فيما يعرف بالفكر، ذلك العامل الذي يجعلنا مختلفين. فما من شمبانزي واحد يمكنه أن يتكلم، مع أنه يشاطر الإنسان معظم دناه. ولكن هناك من يزعم أنه يمكنه أن يعالج راموز لغة من نوع بدائي (على الرغم من أنه يمكن للببغاوات أن تقوم بذلك بصورة حسنة إلى حد ما). وليست محاولة إثبات أن القرد الكبير يمكنه أن يتكلم سوى واحد من الأزقة الكبيرة المسدودة في وجه البحث السلوكي. وفي هذا المجال، يجدر بنا أن نذكر تعقيب صموئيل بتلر على محاولة فيكتوريان تعليم أحد الكلاب لغة الإشارات: "لو كنت كلبه، وقام بتعليمي، لكان أول شيء أقوله له هو إنه أحمق كبير جدا!" الإفراط في المبالغة في مسألة الدنا المشتركة بين الشمبانزي والإنسان، تقود إلى الوقوع في شرك الحماقة نفسها. فالإنسان، بشكل خاص، هو ما يفكر.

مهما كانت حدود المشاركة، فإنها يمكن أن تقدم الكثير حول التاريخ. فجميع الاختلافات البيولوجية بين الإنسان وأقربائه جاءت من الطفرات، أي من الحوادث الوراثية التي حصلت منذ بدأت الرئيسات بالتباعد. ويمكن استخدام تلك الطفرات

لتقدير التوقيت الذي انفصلت فيه شجرة نسب العائلة الإنسانية عن أشجار النسب عند العائلات الأخرى. فإذا كانت الطفرات حدثت وفقا لمعدل منتظم، فإنه يمكن استخدامها أيضا : "ساعة جزيئية"، تستخدم التبدلات الجينية لاستنتاج آخر وقت كانت تشترك فيه سلالتان بجد واحد.

تعتمد الساعات الجزيئية على عدد الافتراضات، التي قد يكون بعضها مسوغا. أولا، يجب أن تحدث الطفرات بسرعة ثابتة عندما يعقب جيل جيلا آخر. إضافة إلى أنها يجب أن تمارس بعض التأثير على من تحدث لديه، أو أنها قد لا تمارس مثل هذا التأثير، كما يحدث غالبا في أجزاء الدنا التي لا تحتوي على أية تعليمات ذات مغزى. وتتراكم أخطاء الدنا على مر السنين. ومع أن بعضها ضاع لأن الذين يحملونها لايجددون، بالصدفة، إنتاجها، فإنها استبدلت مع استمرار حدوث الطفرات. وهكذا، يتبدل التركيب الوراثي بمرور الزمن عند أية سلالة. يقدم تحول الرسالة الوراثية عند النوع القريب مفتاحا لمعرفة الوقت الذي بدأ فيه الانشعاب. ولتحديد تاريخ الانقسام، يجب أن يكون هناك دليل مستحاثي (أو من مصادر أخرى كتاريخ ظهور عائق ما كسلسلة جبلية مثلا) يبين، على وجه التقريب، آخر فترة كان فيها لعضوين حيين من مجموعة الدراسة جد مشترك. ومقارنة الجينات عندهما تحدد السرعة التي عندها تدق الساعة ويجعل بالإمكان استخراج تاريخ الانفصال عن النوع الآخر الذي لم يترك أسلافه مستحاثاتهم الخاصة.

وعلماء اللغة، كعلماء الحياة، يستخدمون المنطق نفسه لحل لغز تاريخ لغات العالم. فعندما تنتقل الكلمات من الآباء إلى الأبناء تتسلل الأخطاء إليها. وأحيانا، قلما تكون التبدلات محسوسة. ففي مسرحية شكسبير ***كما تحبها***، ينمق مهرج البلاط كلاما ينطوي على تسلية كبيرة وذلك بعد أن ينظر إلى الساعة: "هكذا، يمكننا أن نرى كيف يتأرجح العالم؛ قبل ساعة فقط كانت تشير إلى التاسعة؛ وبعد ساعة واحدة ستشير إلى الحادية عشرة؛ وبالتالي، فنحن ننضج وننضج من ساعة إلى ساعة؛ وبعدئذ نتعفن ونتعفن من ساعة إلى ساعة؛ ووراء الموضوع قصة". لايمكن للمستمع الحديث أن يدرك مدى ماتنطوي عليه هذه العبارات من دعابة مالم يدرك أن كلمة ساعة Hour كانت تلفظ في عصر شكسبير ككلمة مومس Whore. ويمكن استخدام هذه الأخطاء لتحديد تاريخ المخطوطات. قبل اختراع الطباعة، كانت النصوص تنسخ باليد، وغالبا بوساطة أناس لايدركون معنى مايقومون بنسخه. وتتزايد الأخطاء الزاحفة عددا مع توالي النسخ. وإحصاء الأخطاء يقدم فكرة صالحة جدا فيما يتعلق بالتاريخ الحقيقي الذي كتبت فيه النسخة الأصلية.

هذه التبدلات بسيطة، لكنها قد تسبب اختلافا كبيرا. فاللغات المتميزة كالبنغالية والإنكليزية ذات قرابة. وهي مدينة بوجودها إلى تراكم تبدلات صغيرة جدا على سالفة مشتركة كانت محكية قبل عهد طويل. فلنأخذ مثلا الكلمة التي تدل على الملوك والملكات. كانت هذه الكلمة في السنسكريتية راج Raj، وفي اللاتينية ركسRex، وفي الإيرلندية القديمة ري Ri، وفي الفرنسية روا Roi، وفي الأسبانية راي Rey، وفي الإنكليزية رويال Royal. لقد حدثت أخطاء مختلفة في النقل في المسلك الذي يؤدي إلى كل لغة. فإذا ماعرفنا تاريخ الانقسام (كما نفعل من المستحاثات الأدبية)، يمكننا أن نصنع ساعة لغوية. تدق هذه الساعة في أوروبا بسرعة تعني أن لغتين تشتركان بحوالي 80% من كلماتهما بعد ألف سنة من الانقسام. الساعة اللغوية ساعة ناقصة: بعض الكلمات قلما تتبدل بينما تتبدل كلمات أخرى بسرعة أكبر. مع ذلك، يمكن استخدامها لاقتفاء أثر اللغات الحديثة على الرغم من كون الأسلاف الذين تحدثوا بها ماتوا منذ عهد طويل.

فكرة الساعة الجزيئية التي تستحثها الطفرة فكرة بسيطة جدا. وكما هي العادة، كلما تعلمنا أكثر ازدادت سوءا. فهي تسرع وتبطيء، وتدق عند سرعات مختلفة لمختلف الجينات. هذا الارتباك نفسه دفع الجمعية اللغوية في باريس في القرن التاسع عشر إلى حظر دراسة منشأ اللغات. ارتكب صانعو الساعات الجزيئية، الذين انشغلوا بتفاصيل الأشجار التطورية عن رؤية الغابة البيولوجية، بعض الأخطاء المثيرة. ولكنهم حققوا بعض الانتصارات التي ارتبط أحدها، عن طريق حادث محزن، بقصة الناعور.

في الشكل الأكثر شيوعا لمرض الناعور، لاتعمل جينة العامل الثامن على نحو مناسب. وقبل بضع سنوات أصبح بالإمكان معالجة المنعورين بالعامل الثامن من الدم المعطى. كانت بريطانيا تشتري هذا الدم من الولايات المتحدة. لأن نظام إعطاء الدم هناك يقوم على أساس تجاري. ولكن أكثر المعطين مدمنوا عقاقير يبيعون دماءهم، وكان بعضها ملوثا بحمة الإيدز. فأصيب بالعدوى حوالي خمسة عشر ألفا من المنعورين الذين كانوا يعالجون بهذه الطريقة في الولايات المتحدة. والرقم أصغر في بريطانيا، ولكن بعضهم ماتوا سابقا. يمكن للساعة أن تقدم جوابا لسؤال شامل: من أين جاء الإيدز ومتى بدأ يصيبنا بالعدوى؟ هناك عدد من النظريات الغريبة. منها، على سبيل المثال، أن حمة قردية خمجت لقاحات السنجابية الإنسانية قبل ثلاثين سنة وأدت إلى وباء الإيدز. والحقيقة أقل إثارة ولكنها، على حد سواء، قد تكون نذيرا بالخطر.

حمة الإيدز بالغة الصغر، إنها تحمل رسالة وراثية مؤلفة فقط من حوالي عشرة آلاف حرف. ظهرت أولى حالات الإيدز في الولايات المتحدة لأول مرة في أواخر السبعينات. وربما كان المرض قبل هذا التاريخ منتشرا هنا وهناك لأن الجينات في عينة مخللة لبحار مات في مانشتر عام 1959 تظهر أن موته، الذي كان غامضا يومها، حدث، في الواقع، بسبب الإيدز. ومنذ ذلك الحين أصيب ملايين الناس بالعدوى.

تتكاثر الحمة بسرعة كبيرة إلى درجة يمكن معها دراسة تطورها خلال فترات قصيرة جدا من الزمن. يمكن لسلسلة الدنا عندها أن تتبدل أيضا عند شخص واحد أثناء مجرى الخمج. وتتضح سرعة هذا التبدل–والطريقة التي يمكن فيها استخدام علم الوراثة لإعادة بناء التطور–في رواية طبيب الأسنان الفلوريدي، ديفيد إيزر، الذي مات بالإيدز. وماتت بهذا المرض أيضا كمبرلي برغاليس، وهي واحدة من مريضاته مع أنه لم يكن لديها سبب واضح يدعو إلى الظن بتعرضها للخطر. وبعدئذ، تم تشخيص المرض عند أربعة آخرين من زبائنه. وانتشرت مزاعم تقول بأن هؤلاء المرضى أصيبوا بالعدوى من دم الطبيب، ربما بسبب إصابته بجرح صغير. فطالب أحدهم، وهو ريتشارد دريسكل، شركة التأمين المسجل لديها طبيب الأسنان بمبلغ خمسة عشر مليون دولار. واحتجت الشركة أمام القضاء بأن العدوى نجمت عن خطأ المدعي لأنه كان يمارس الاختلاط الجنسي ويتعاطى العقاقير. وأجاب الدنا والساعة الجزيئية على هذه المسألة.

وأظهر دنا حمات الإيدز التي عزلت من إيسر ومرضاه أنها كانت متشابهة (ولكنها لم تكن متماثلة) ومختلفة تماما عن عينات الحمة المأخوذة من مرضى آخرين في فلوريدا. ولجأت شركة التأمين، على الرغم من بعض الشكوك الإحصائية، إلى تسوية الخلاف خارج المحكمة لقاء مبلغ غير مكشوف. وكان الدليل الذي قدمته الساعة الجزيئية والذي أفاد بأن حمة الطبيب كانت السليفة المباشرة للحمة التي خمجت دريسكل قويا بما يكفي لإقناع الشركة بعبثية مقاومة هذه القضية. وعلم الوراثة يجدد التاريخ، على الأقل بالنسبة للتعويض عن الخسارة.

تتطور أجزاء مختلفة من دنا الحمات بسرعات مختلفة. وعن طريق اختيار الجزء الذي تدق ساعته بسرعة مناسبة، يمكن تقدير التوقيت الذي تنقسم فيه بعضها عن بعض ذراري الحمة التي هي مختلفة جدا في الوقت الحاضر. فلو استخدمنا دنا مرضى من مختلف أجزاء العالم لإعداد شجرة قرابة، فإنها سوف تظهر أن الحمة السلفية جاءت من أفريقيا وانتشرت عن طريق هاييتي إلى الولايات المتحدة ومنها

إلى أوروبا. وبما أننا نعرف تاريخ أول خمج في كل مكان، فإنه يمكننا تحديد السرعة التي يدق عندها هذا الجزء من ساعة الإيدز الجزيئية. وتتراكم عند كل سلالة خمسين طفرة سنويا.

تظهر مقارنة جينات حمة الإيدز مع جينات أمراض أخرى أنها قريبة إلى بعض الحمات التي تصيب الرئيسات بالعدوى. وهي تنتشر على نطاق واسع بين قردة أفريقيا، لابين قردة آسيا والعالم الجديد. وتهاجم أقرب قريباتها القرد سوتي منغابي، الذي يعيش في غرب أفريقيا. تشير الساعة الجزيئية القائمة على أساس مقارنة الجينات التي تحملها حمات الإيدز مع الجينات التي تحملها الحمة القردية إلى أن أهم عامل للعدوى كان انشطر من سلفه وغزا الإنسان منذ أكثر من قرن-ربما في أكثر من مناسبة. والسبب غير معروف.

ساعدت ساعة الإيدز في حل لغز تاريخ متعض تطور في الماضي القريب. ولكن ثقتنا تصبح أضعف بكثير عندما نستخدم المقاربة نفسها لتحديد تاريخ التطور الإنساني. وتتمثل المشكلة الرئيسية في كون السجل الإحاثي كثير الرقع لدرجة يصعب معها اكتشاف تواريخ ثابتة-كظهور الإيدز لأول مرة في الولايات المتحدة مثلا- يمكن بها إعداد الساعة. وتشير المستحاثات إلى أن السلسلة التي تؤدي إلى قردة البابون انشطرت قبل 25-30 مليون سنة والسلسلة المؤدية إلى أورانج-أوتان قبل 12-16 مليون سنة. ولكنها لاتشير بشيء حول تاريخ الانقسام الذي حدث بين الإنسان والشمبانزي والغوريلا. توحى الساعة الجزيئية التي تقوم على أساس جينات أقربائنا من الرئيسات إلى أن هذا الانقسام حدث قبل 6-8 مليون سنة، مع توقف سلسلة الغوريلات مباشرة قبل انشعاب السلاسل المؤدية إلى قردة الشمبانزي وإلى الإنسان.

يعني هذا أن آخر سلف لقردة الشمبانزي والإنسان عاش قبل ثلاثمئة وخمسين ألف جيل. وهذا الرقم أقل من عدد الأجيال التي تفصل حمة الإيدز المعاصرة عن حمة سليفتها الرئيسة. الإنسان العاقل وافد جديد حتى في تاريخ الرئيسات، فما بالك بشجرة الحياة نفسها التي يبلغ عمرها ثلاثة آلاف مليون سنة.

فمتى، أو كيف ظهرت الصفات، التي ميزت بشكل مطلق، بين الإنسان وأي مخلوق آخر، سؤال لايشكل قضية بالنسبة لعلم الحياة. وقد يكون من الأفضل لو سلمنا مع كيتس بأننا جميعا نقع "بين القرد الكبير وأفلاطون" ونترك للخيار الفردي مسألة تحديد موقعنا فوق تلك الطريق الطويلة.

الفصل السابع

7 الوقت والمصادفة

جاء في سفر الجامعة[1]، في الكتاب المقدس، أن "السعي ليس للخفيف، ولا الحرب للأقوياء ... لأن الوقت والعرض يلاقيانهم كافة". والتطور كله يدور طبعا حول الوقت والتبدل، ولكن كثيرا مايحدث تطور الأشياء عن طريق الصدفة. والحادث المفاجيء هو الذي يصوغ معظم الحالة الإنسانية. وطبيعة الوراثة تعني أن الحوادث العشوائية مرتبطة بتوجيه حياتنا خلال تعاقب الأجيال.

لوحظت أهمية الحادث المفاجيء في التطور من قبل الكاهن الإنكليزي توماس مالتوس (اقتبس داروين منه فكرة الصراع من أجل الوجود). اهتم هذا الكاهن بتاريخ سكان بلدة بيرنيه وتعقب أسماء عائلتهم رجوعا على مدى عدة قرون. وقد اعترته الدهشة لأن الألقاب التي كانت موجودة عند بداية الفترة انطمست عند نهايتها، على الرغم من بقاء عدد المواطنين على حاله تقريبا. وقد علل فرانسيس غالتون سبب ذلك.

اللقب يشبه الجينة تقريبا؛ فهو ينتقل من الأب إلى الابن. ويصدف في كل جيل أن لاينجب أب ما ابنا. أوقد ينجب بناتا فقط (يفقدن اسماءهن عند الزواج) ألا ينجب أطفالا أبدا. في حالة كهذه، يسقط اسم هذا الأب من شجرة الأسرة. وما من شك في أن اسمه سيختفي في حالة عدم إنجابه. وانقراض الاسم أكثر احتمالا أيضا إذا أسس الرجل إياه عائلة صغيرة، لأن حضنة طفل أو طفلين ستأتي على الأغلب بالبنات فقط. وإذا ماتواصلت هذه العملية لفترة طويلة في مجتمع مغلق، كالمجتمع البورجوازي في بيرنيه، فسوف يختفى، بمرور السنين، مزيد ومزيد من الأسماء. نظريا، وبمرور مايكفي من الوقت، سوف يبقى على قيد الحياة لقب واحد فقط، مع أن عدد الناس المعنيين لايحتاج لأن يتبدل. هنا، سيكون السكان متجانسين. وسوف

---

[1] – الإصحاح التاسع. المترجم

يحمل كل واحد منهم الرسالة الوراثية نفسها (على الأقل بالقدر الذي يتعلق بأسمائهم). وسيكون المجتمع أيضا داخلي الاستيلاد أكثر من ذي قبل، نظرا لعدم توفر أزواج من خارج العائلة نفسها، وكلهم ينحدرون من جد مشترك.

يحدث الشيء نفسه تماما مع الجينات. وربما كانت بورجوازية بيرنيه تحمل جينة نادرة–لعلها زمرة دموية غير عادية، كان يحملها قليل من الناس لأن بيرنيه بلدة صغيرة. وإذا لم يقم أحد منهم بنقل تلك الجينة (كأن لم ينجب أطفالا، أو إذا صدف ولم تنتقل إلى النطفة أو البيضة)، فإنها سوف تضيع. وعلى العكس، قد ينجب حملة تلك الجينة، وعن طريق الصدفة أيضا، أطفالا أكثر من البقية، وهي حالة يصبح فيها الاختلاف أكثر شيوعا. وفي كلا الحالين، يتبدل تكرر الجينة (مما يعني أن السكان يتطورون) ولكن التبدل يكون عرضيا محضا.

لو تصورنا، كما يقول أنشتاين، أن تكوين الجينات هو نوع من لعبة النرد، فإن الرقم الذي يظهر أمامنا عند إلقاء الزهر لاعلاقة له بخواص الدنا المعني. ولكنه، بطريقة ما، طريقة لاهوتية عميقة. فهل يتحمل الزهر مسؤولية أن تكون الجينات ملعونة، هي ومن يحملونها، أو أن تهلك عشوائيا بسبب شيء من سوء الحظ؟

وكما يحدث للألقاب تماما، فإن حدوث التبدل الوراثي العشوائي أكثر احتمالا في التجمعات السكانية الصغيرة عندما تحمل قلة من الناس جينة خاصة. في ظروف كهذه، قد يفشل، بالصدفة، كافة أو معظم الحملة في نقل تلك الجينة. أما عند الجماعة الأكبر، فمع أن الاختلاف قد يكون نادرا، فإن عددا كافيا من الناس سيحملون الجينة لتعزيز احتمال أن يقوم شخص واحد على الأقل بنقلها.

يعرف هذا التطور الذي يحدث عن طريق حدث مفاجيء بالانجراف الوراثي. ولا شك في أنه كان مهما في ماضينا. فالإنسان العاقل كان حتى وقت متأخر نوعا نادرا، يعيش على شكل شرائط صغيرة. وحتى قبل بضع عشرات من آلاف السنين، لم يكن عدد من يعيشون في العالم بأسره أكبر من عدد الذين يعيشون في لندن اليوم. ويمكن تقييم طبيعة المجتمع الإنساني، على امتداد الجزء الأكبر من ماضيه، عن طريق دراسة بعض الشعوب القبلية التي مازالت موجودة حتى اليوم.

كان هناك، حتى قبل بضع سنوات، حوالي عشرة آلاف من هنود اليانومامو يعيشون في مئة قرية تتناثر في الغابات المطرية في جنوب فنزويلا وشمال البرازيل، عندما دمر التعدين وقطع الأخشاب نمط حياتهم. كانوا يطلقون على أنفسهم، ولسبب وجيه، تسمية "الشعب العنيف". حيث كان ثلث الذكور يموتون نتيجة

للعنف، وغالبا خلال معارك بين القرى، وأكثر من ذلـك بكثـير، حسـب اعتقـاد اليانومامو، نتيجة للسحر الحاقد الذي تمارسه قرى أخرى.

ولم يكن مجتمعهم من القوة بما يكفي بحيث يسمح لمجموعات تزيد عن ثمـانين إلى مئة من الناس، بمن فيهم حوالي دستة من الذكور اليافعين البالغين، بالبقاء مـع بعضهم بعضا. وأي عصبة أكبر من ذلك يجب أن تتفرق. وترحل الجماعة المنشقة بعيدا لإيجاد قرية في مكان آخر. وقد عاش هنود اليانومامو على مـدى تاريخهم (الذي يعود في صيغة ما إلى استيطان الأمريكتين قبل 12 ألف سنة وأكثر) علـى شكل سلسلة من التجمعات الصغيرة المتصارعة على الدوام.

وربما كانت على غرار هذا النظام كافة الأنظمة الاجتماعية التي اعتمدت علـى الصيد والجمع، والتي تشكل 10/9 تاريخنا التطوري. فالسيبيريون القدامـي كـانوا ينشئون بيوتهم من عظام الماموث الذي كانوا يصطادونه. ويشير قياس حجم قراهـم العظمية هذه إلى أن كل جماعة، كاليانومامو اليوم، تتكون من بضع عشرات مـن الناس. ولكن المبالغة في تشبيه إحدى الثقافات القبلية بثقافة اليانومامو تنطوي علـى خطر. فهناك مجموعات قبلية أخرى، كالبوشمان[1]، كان تصرفها أفضل. ولكن هنـاك حقيقة واحدة غريبة حول المجتمع الحديث الذي قد يحاول أن يقدم شيئا مـا حـول حجم الجماعات الاجتماعية القديمة. فمعظم الجهود الجماعية تستخدم تقريبـا العـدد نفسه من الأفراد. ففي الولايات المتحدة مثلا، تضم المحكمة العليا تسـعة أعضـاء، وفريق كرة القدم أحد عشر لاعبا، وهيئة المحلفين اثني عشر-وكان للمسيح، طبعـا، اثنا عشر تلميذا. ومما يدعو للاستغراب، أن كل عصبة من هنود اليانومامو كـانت تضم حوالي دستة من الذكور البالغين الأصحاء. فهل الصعوبة في الوصـول إلـى إجماع ضمن جماعة أكبر هي الإشارة الخفية بشأن المجتمع خلال معظم التـاريخ؟ يمكن لمعظم الناس، في الولايات المتحدة، أن يسموا حوالي اثني عشر شخصا آخـر ممن يمكن لموتهم أن يسبب لهم الكرب. وأرسطو بالذات أشار إلى أنه يستحيل على المرء أن يحب أكثر من بضعة أشخاص. فهل يصح أن يكون هذا كله دليلا (علـى الرغم من أنه دليل ضعيف) على حجم المجتمعات في الماضي البعيد؟

تقع للجينات في التجمعات السكانية الصغيرة حوادث غريبة كهذه. ونكرر القول: إن الألقاب تظهر مايمكن أن يحدث. دراسة التطور سهلة (لاتحتاج إلى أكـثر مـن دليل هاتف) والأسماء تحفظ في سجلات الزواج على مدى قرون. وهنـاك حوالـي

---

[1] - شعب صياد متنقل يعيش في جنوب أفريقيا. المترجم

مليون لقب في أنحاء العالم. وأقدمها في الصين، يعود تاريخها إلى سلالة هان قبل ألفي سنة. وعلى عكسها الألقاب اليابانية، فهي تعود فقط إلى قرن أو قريبا منه، حيث كانت الأسماء تنسب من قبل السلطات. وهناك تعقيدات مختلفة تنشأ عن استخدامها. فمثلا، ظهر الاسم نفسه (مثل اسمي، جونز) مستقلا في كثير من الأمكنة وفي العديد من المرات؛ وهو يعني في مثل حالتي "ابن جون" ليس غير. وينهار النظام بالكامل في بعض المجتمعات، كما في أسبانيا وروسيا، عندما يأخذ الطفل اسم أبيه ويتبدل "اللقب" في كل جيل. وكان الشيء نفسه يحدث في ويلز. حيث كان يتوجب أن يأخذ الصبي اسم أبيه وأسلاف أكثر بعدا ويصدر كل اسم بعبارة "ap"، ومعناها "ابن كذا". وكلما كثرت الأسماء، تزايد اعتبار العائلة. وهناك، حتى اليوم، بقايا من هذا النظام في الألقاب الويلزية الحديثة مثل: Pugh (son of Hugh)، و Price (son of Rhys) و Parry (son of Harry). ولكن هذه الممارسة أخذت تختفي في ويلز، وأسبانيا وتقريبا في كل مكان آخر.

يظهر دليل الهاتف في جزء مستقر على نحو معقول من العالم (كالريف الجبلي حول بيرنيه) أن هناك مجموعة من الألقاب المميزة في كل قرية من تلك القرى المختلفة التي تتباعد عن بعضها بضعة أميال. وفي بعض القرى، يحمل كل واحد اللقب نفسه تقريبا. وفي القرى الصغيرة المعزولة كلها حدثت خسارة عارضة للأسماء لأن بعض الرجال لم ينجبوا أطفالا عن طريق الصدفة وعلى مدى سنوات. وبما أن التأثير يكون عشوائيا، فإن أسماء أخرى سادت في كل مكان. يمكن إصلاح العملية عن طريق كل قرية جرى تأسيسها من قبل جماعة حملت، عن طريق الصدفة أيضا، مجموعة من الألقاب المميزة الخاصة بها. وليست حقيقة واقعة طبعا أن يكون اسم ما في قرية ما أفضل، بطريقة ما، من أسماء أخرى؛ بل إن انتشاره يعكس فقط عوارض التاريخ.

الجينات في التجمعات السكانية المعزولة، كالأسماء فيها، قد تعكس تاريخ التبدل العشوائي. فقرى اليانومامو المتجاورة تختلف بصورة محسوسة في تواتر الزمر الدموية والأشكال المختلفة الأخرى الوراثية. ويصح الشيء نفسه على القرى الألبية. فتواترات الزمر الدموية عندهم افترقت إلى المدى الذي تم التنبؤ به اعتمادا على ماتقوله سجلات زواجهم حول عدد السكان في كل قرية منذ تأسيسها. لقد تطورت تلك الزمر عن طريق حادث مفاجيء.

الصورة مختلفة تماما في بيرنيه والمدن الأوروبية الأخرى الحديثة. إذ يحتوي دليل الهاتف على آلاف الأسماء، وليس بينها ماهو شائع بشكل طاغ. ونعود فنقول:

إن قوانين الوقت والصدفة تفعل فعلها. تحتوي المدن على كثير جدا من الناس إلـــى حد يصبح معه من غير المحتمل أن ينطمس أي اسم، أو أية جينة لمجرد أن قلة من حملتها يفشلون في نقلها. والمدن تجتذب المهاجرين أيضا، وتدخل إليها دون انقطــاع أسماء جديدة (مع مايرافقها من جينات)، وبالتالي يصبح السكان أكثر تنوعا. هنـــاك طريقة بسيطة، لكنها فعالة لقياس مدى العزلة الوراثية في مجتمع ما تقضي بإحصاء عدد الأسماء في علاقتهم بعدد الناس. فإذا كان اسم كل واحد مختلفا فـــي قليـــل أو كثير، فمعنى هذا أن المجتمع مفتوح للهجرة من أماكن كثيرة. إن نظرة عجلى نلقيها على دليل الهاتف في مدينة نيويورك الذي يقارن مثلا بدليل الهاتف في أوسلو تظهر مباشرة أن تاريخي المدينتين مختلفان جدا. فالولايات المتحدة ككل تضم نسبة مـــن الإجمالي العالمي للأسماء أكبر منها في أي مكان آخر. مما يعكس خلفيـــة الـــهجرة إليها من كل أنحاء العالم.

الاشتراك في الأسماء يعني عادة الاشتراك في الأجداد، وهـــذا بـــدوره يعنـــي الاشتراك في الدنا. فيقال عن التجمع السكاني الذي يحمل فيه كثير من الناس الجينـــة نفسها (أو الاسم نفسه) لأنهم ورثوها من جد مشترك إنه ناتج من زواج الأقـــارب. وقد نكون كلنا تقريبا قد استولدنا داخليا لأننا كلنا أقرباء إلى درجة ما. كل منـــا لـــه والدان، وأربعة أجداد وهلم جرا. فإذا كان الجميع مستقلين، وليسوا أقرباء، فإن عـــدد الأجداد سيتضاعف في كل جيل. ولنأخذ معلما مناسبا–عام 1066 مثلا–ونفترض أن كل جيل يستغرق خمسا وعشرين سنة فنتوصل إلى رقم لعدد البريتونيين عند الفتـــح النورماني هو 2^{73}، الذي يزيد عن مئة بليون. وهـــذا منـــاف للعقـــل كمـــا يقـــول الرياضيون. وهو يثبت أن سلاسل النسب اندمجت وامتزجت عبر قـــرون. وأننـــا جميعا انحدرنا من أجداد مشتركين.

ربما كان النموذج المميز والمسجل لزواج الأقارب أرستقراطيا–كليوبطرة برنيقة الثالثة، عمة كليوبطرة متيمة أنطونيو. وربما أنها حملت نسخا مثيلة لما يقرب مـــن نصف جيناتها لأن تلك الجينات انحدرت من جد واحد. وبما أن المصريين القدامـــى كانوا يعتبرون الفراعنة أبناء لآلهتهم، لذلك كانوا تواقين للمحافظة بقدر الإمكان على نقاء السلالة الإلهية، وذلك عن طريق التزاوج بين الأقرباء (حتى بين الأخ والأخـــت أحيانا). وتلتبس القصة بصعوبة قراءة الكتابة الهيروغليفية التي تظهر درجات مـــن القرابة الفرعونية.

تختلف إلى حد كبير مستويات الزواج بين الأقارب من مكان إلى آخر. ومعـــدل وقوع الزيجات بين أفراد يحملون الاسم نفسه طريقة صالحة تمامـــا لقيـــاس تلـــك

المستويات. وأول من أشار إلى هذه الطريقة هو جورج داروين، ابن تشارلز داروين الشهير (الذي تزوج قريبة له تدعى إيما ودجوود). وقدر جورج داروين، من دراسته للألقاب، أن معدل الزيجات بين الأقارب (الشكل الشرعي الأقرب لمثل هذه الزيجات) في صفوف الأرستقراطيين البريطانيين، عن طريق تعريفه لجماعة صغيرة ومتنفجة، بلغ 4.5%. وكان هذا المعدل في حينه أكبر من ضعف مثيله بين السكان بشكل عام. يظهر نموذج الألقاب أن معدل الزيجات بين الأباعد بين السكان البريطانيين بشكل عام أكبر منه في بقية أنحاء أوروبا. وحتى في منطقة آنجليا الشرقية، النائية والريفية، هناك اسم واحد فقط من خمسين اسما كانت موجودة عند نهاية القرن الثامن عشر كانت موجوة في القرن السابع عشر، مما يظهر أهمية الحركة هناك مقارنة بسويسرا أو إيتاليا.

في قرية صغيرة، حيث لاتتوفر خيارات كثيرة بخصوص اختيار الزوج، يتزاوج الأقرباء وينتج السكان من زواج الأقارب. وأحيانا، يكون كل من الزوجين قد تلقى نسخة من جينة صاغرة مؤذية من جدهما المشترك. ونتيجة لذلك، يزداد احتمال تعرض أطفالهما لوراثة النسختين. ويمكن رؤية عقابيل تزايد الزواج بين الأقارب عند الأطفال الناتجين من هذه الزيجات. وأدرك جورج داروين هذا التأثير. فقد اكتشف أن معظم المجذفين في أوكسفورد وكامبريدج، الذين يفترض فيهم أن يكونوا جماعة معافاة على غير العادة، لم تنجبهم زيجات قريبة على خلاف رفاقهم من غير القناصين.

هناك قيود طبعا على درجة قرابة القريب الذي يمكن للمرء أن يقترن به. فزواج الأخ بالأخت محظور في كل أنحاء العالم ولكن حتى الزيجات الأولى بالأقارب قد تكون غير شرعية (كما كان في الولايات المتحدة في القرن التاسع عشر وفي قبرص اليوم). ربما كان الخوف من إنجاب أطفال غير أصحاء هو السبب الذي يكمن خلف هذه القاعدة الاجتماعية. وعلى أية حال، كان معدل الوفيات عند الأطفال مرتفعا جدا عندما تمت صياغة هذه المحرمات (لدرجة لايمكن معها ملاحظة ارتفاع بسيط في ذلك المعدل ناجمة عن مرض وراثي)، لذلك فإن أسباب الحظر قد لاترتكز إطلاقا على أسس بيولوجية.

لاشك في أن هناك زيادة تقدر بـ 1 أو 2% في معدل الوفاة وبطءا في النمو عند الأطفال المولودين من أزواج وثيقي القرابة. فالجد مشترك بين الأقرباء. فإذا ماحمل الزوج أو الزوجة جينة صاغرة مؤذية (كما يحدث لكل واحد تقريبا)، فإن أطفالهما وأحفادهما يكونون أكثر ميلا لوراثة نسختين عن تلك الجينة. كان ثلث الزيجات في

بعض القرى اليابانية، قبل الحرب العالمية الثانية، يتم بين الأقارب. وأظهرت الدراسة الواسعة التي أجريت للسكان في هيروشيما بعد قصفها بالقنبلة الذرية أن الأطفال الذين أنجبهم أقرباء يتأخرون في الكلام والمشي عن أقرانهم وأن أداءهم في المدرسة أكثر سوءا. وقد عزا الدارسون جزءا من هذا الوضع إلى الفقر النسبي لآباء أولئك الأطفال ولكن الجزء الآخر يعكس إرثهم الجيني. ويصح الشيء نفسه في الهند، حيث مايزال نصف الزيجات يعقد بين أبناء العمومة أو بين أبناء الأخوال والعمات. وتغيم الصورة هنا لأن هذه الزيجات تميل إلى إبقاء الثروة داخل العائلة ولزيادة عدد الأطفال الذين يمكن للوالدين أن يقوما بإعالتهم. مع ذلك، إن البقيا على قيد الحياة بين هؤلاء الأطفال أقل مما هي عليه عند أمثالهم الذين ينجبهم آباء لايمتون إلى بعضهم بصلة القرابة.

يمكن رؤية هذا التأثير عند الغجر في بريطانيا. فهم، في جنوب ويلز، ينتمون كلهم تقريبا إلى عشيرة واسعة ونصف زيجاتهم تقريبا تتم بين أقرباء (مما يجعلهم من أكثر شعوب الأرض زواجا بالأقارب). فالغجري الويلزي الواحد من بين كل أربعة يحمل نسخة واحدة من جينة بيلة الفنيل كيتون (انظر ص 186)، والتي هي أكثر تكرارا في هذه المجموعة بأربعمئة مرة عما هي عليه عند الويلزيين عموما. فقد أثر على سلامة جيناتهم ذلك التاريخ الطويل من التزاوج بين الأقارب الذي فرضته عليهم العزلة الاجتماعية. كان التزاوج بين الأقرباء واسعا أيضا في صفوف أول جيل من المهاجرين الباكستانيين إلى بريطانيا. ومع أن ولادة واحدة فقط من خمسين ولادة تنسب إلى هؤلاء الآباء، فإن نسبة 5% من إجمالي المرض الموروث بين الأطفال البريطانيين يحملها أطفال لآباء باكستانيين.

من المهم أن نبتعد عن المغالاة في أخطار الزواج بين الأقارب. إذ تصل فرصة إنجاب والدين قريبين لطفل سوي تماما إلى 90% مقارنة بـ 94% عند والدين غير قريبين. لاشك أن الزواج بين الأقارب يمارس بعض التأثير، ولكن هذا التأثير تقلص عن طريق التحسينات في صحة الأطفال التي ظهرت في العقود القليلة الماضية.

كثيرا مايظهر السكان المعزولون ارتفاعا في معدل تكرار الشذوذات الوراثية، الناجمة في جزء منها من زواج الأقارب، والتي هي نادرة في أمكنة أخرى. ففي عصبة صغيرة من الهنود في أمريكا الشمالية، أي جيمز نيومكسيكو، يكون شخص واحد أمهق من كل مئة وخمسين. وفي فنلندا، هناك ميراث يتألف من مختلف الاضطرابات الجينية الصاغرة وعددها تسعة عشر اضطرابا كل منها شائع عند جماعة خاصة من السكان. وتظهر السجلات المحفوظة لدى الكنيسة اللوثرية (التي

كان ينتمي إليها 98% من الفنلنديين) أن كل مرض محلي ينشأ من تاريخ زواج حدث ضمن العائلة عندما كان سكان فنلندا قلة متناثرة.

وتأثيرات الزواج بين الأقرباء أكثر مخاتلة في بعض الأحيان. فبعض النساء يعانين من إجهاض راجع. أي أنهن يفقدن أجنتهن كلما حملن. تشيع هذه المشكلة كثيرا بين الهوترايتس، وهي طائفة دينية نشأت في التيرول في القرن السادس عشر وهاجرت إلى أمريكا في سبعينات القرن التاسع عشر. ينحدر كل ثلاثة آلاف من أفراد هذه الطائفة من أقل من مئة من المؤسسين ويتزاوجون فقط داخلها. وبمرور السنين، أصبحوا نتاجا لزواج الأقارب. وبات معروفا أن نساء هذه الطائفة، اللائي يجدن صعوبة في إنجاب الأطفال، يشاركن أزواجهن عادة في جزء كبير من جيناتهن. هذا مايحدث بالضبط عندما تكون القرابة وثيقة وقد تنعكس التاثيرات الخبيثة لزواج الأقارب على نمو المضغة.

تتميز المشاركة في الجينات التي توجه المستضدات على السطح الخلوي بأهمية خاصة. فالاختلاف الجيني على سطح الخلايا، عند الحيوانات الدنيا، يحدد ماإذا كان سمح للنطفة بتخصيب بيضة خاصة. والتخصيب يفشل إذا كانت النطفة والبيضة متشابهتين كثيرا. وربما كان هذا هو سب النظام المعقد للتمييز الوراثي الذي تطور أولا على سطح الخلايا. وقد يكون الإخفاق المتكرر للحمل عند أزواج وزوجات متشابهين وراثيا بقية من طريقة لإنهاء الحمل نشأت من اهتمامات قريب وثيق جدا. تمنع الإجهاضات العفوية هذه الحمول من الوصول إلى غايتها وإنتاج طفل يحمل نسختين من جينة صاغرة مؤذية.

هذه الآليه نفسها موجودة عند الفئران، ولكن بصورة أكثر إثارة. فالإناث هنا يمكنها أن تعرف من رائحة الذكر مدى قرابته منها. مما يتيح لها فرصة تفادي التزاوج مع إخوتها. وأهم من ذلك، أنه إذا كانت فأرة حاملاً من قريب وعرض لها ذكر غير قريب (أو حتى لو شمت رائحة بوله)، فإنها تجهض عفوياً وتتزاوج مع الذكر الجديد. ترتبط الجينات المسؤولة عن رائحة الفئران بإحكام مع الجينات التي تتحكم بالاختلاف على السطوح الخلوية.

هناك تلميح إلى آلية مماثلة عند الإنسان. ففي طائفة الهوترايتس، يكون الشخصان المتزوجان أقل ميلاً إلى التشابه فيما بينهما لجهة بعض الجينات في الجهاز المنيع من شخصين تقتصر العلاقة بينهما على الصداقة. فالجينات المعنية

هنا قريبة إلى الجينات التي تحرك الخيارات الجنسية عند الفئران. ويبدو أن معظم الهوترايتس، وربما معظم الشعوب يعشقون، من دون وعي أبدا، شخصا ما يحمل مجموعة من الرموز الذاتية تختلف عن رموز ذاتيتهم. وأكثر من ذلك توقهم، بشكل خاص، إلى تفادي الشريك الذي تشبه جيناته إلى حد كبير جينات أمهاتهم: لابد من تفادي أم الهوتراتي (وربما أم أي واحد) كنموذج دور Rol model عند اختيار زوجة. ولكن أحدا لايعرف طريقة عمل تلك الآلية. مع ذلك، هناك شك-إذا كانت الفئران هي النموذج-في أن الرائحة قد تكون موجودة هناك في مكان آخر.

التبدل الوراثي العرضي في الجينات شبيه بلعبة النرد وتستخدم الطرق الإحصائية نفسها لدراسته. وعلم الوراثة السكانية محكوم بالعلوم الرياضية، مع أنها في معظمها غير مفهومة حتى عند علماء الوراثة السكانية. وعلى الرغم من ذلك، ليس هناك سبيل لاجتنابه. لأن أهمية التبدل العشوائي منوطة بحجم السكان. ولا يكفي أن نعرف فقط عدد الأفراد الذين يعيشون اليوم هنا وهناك. بل المهم متوسط حجمهم منذ بدايته؛ مع ذلك، ربما كان عدد السكان في الماضي قليلا في إحدى المدن الكبيرة. وأكثر من ذلك، أن الضرورة تتطلب وجود نوع من مستوى عادي. مما يؤدي إلى اهتمام خاص بعوارض الأرقام المنقوصة. وككثير جدا من الأفكار في التطور، تأتي فكرة "الوسط التوافقي" من علم الاقتصاد. فلنفكر بقرية في القرون الوسطى، فيها سيد غني واحد وكثير من الفلاحين الجائعين! قد يكون متوسط الدخل السنوي لكل من الفلاحين الخمسين الفقراء مئة جنيه، بينما يرتع ذلك السيد بمليون من الجنيهات سنويا. وكان معدل الدخل السنوي في ذلك الوقت تسعة عشر ألف جنيه، وهو رقم لا يعني شيئا تقريبا من الناحية الإحصائية بالنسبة لأي شخص يحاول دراسة حقائق الحياة الريفية القديمة. ولكن الدخل الوسطي التوافقي كان 102 جنيه، وهو رقم يعكس على أفضل وجه واقع المجتمع آنذاك.

ويصح المنطق نفسه على التجمعات السكانية التي تتبدل عددا. فعلى سبيل المثال، كان الحجم المتوسط للسكان في الأجيال المتعاقبة 1000، و1000، و10، 1000، و1000 هو 802، ولكن الحجم ***الوسطي التوافقي*** هو 84 فقط. إن أي مختنق سكاني-عشرة أشخاص، في هذه الحالة-يمارس تأثيرا مثيرا قد يستمر على مدى عدة أجيال.

هناك مهارات أخرى في محاولة قياس الحجم الحقيقي للسكان. فإذا كان هناك قدر كبير من الاختلاف في عدد الأطفال الذين ينجبهم كل شخص، فإن حجمه الحقيقي قد يكون أقل مما يبدو لأول وهلة. ففي كثير من التجمعات السكانية القبلية

(وربما في أكثر المجتمعات القديمة)، كان هناك اختلافات كبيرة في النجاح التوالدي، وخصوصا بين الذكور. لأن عددا من الكازانوفات[1] قام باحتكار الإناث تاركا عددا من العزاب الساخطين لأنهم لم يحصلوا على نصيبهم العادل. وفي كتابه الطوطم والتابو (عنونت بشكل ممتع بعض نقاط الاتفاق بين الحياة العقلية عند البدائيين ومثيلتها عند العصابيين)، بنى فرويد نظريته في التحليل النفسي على مايلي: وقت مفترض لعشيرة بدائية يقودها أب مستبد يتمتع بحقوق جنسية على كافة النساء. يلجأ أولاده إلى قتله وأكله، ويرثون مشاعر الإحساس بالذنب وتتولد عندهم عقدة أوديب التي أصبحت منذ ذلك الوقت مصدرا للإزعاج.

والبنية في كثير من المجتمعات بنية فرويدية (ولكن دون أكل للحم البشر). فهناك، في قرية من قرى اليانومامو أربعة من الرجال المسنين عندهم 41، و42، و46، و62 حفيداً على التوالي، في حين أن هناك ثمانية وعشرين لكل منهم حفيد واحد فقط وكثير غيرهم ليس له أي حفيد. أما النساء، فعلى العكس، لأن لكل امرأة العدد نفسه تقريباً من الأحفاد. وببساطة، إن إحصاء الرجال يغالي إلى حد كبير في تقدير الحجم الحقيقي للسكان. ولكن كثيراً منهم، من وجهة النظر التطورية، لن يكون موجوداً أبداً.

يعني كل هذا أن الصبغي المذكر Y المفرد يُظهِر أهمية التبدل العشوائي خصوصاً بصورة حسنة. ووراثته قريبة إلى حد ما من وراثة الألقاب بالذات، وينتقل مثلها من الأب إلى الابن. وبما أن الذكور فقط هم الذين يحملونه، وبما أن بعضهم لا ينقله، لذلك يكون عدد من يحملون هذا النوع من الصبغيات قليل نسبياً بين السكان. ولكن هناك اختلاف بسيط في تسلسل الدّنا عند هذا الصبغي، ربما لأن التنوع تلاشى من خلال الانتقال التدريجي. يشترك جميع رجال قبيلة بارويا، من بابوا نيو غينيا، في صبغي واحد مثيل من صبغيات Y. وقد ينحدر لقبهم الوراثي المشترك من ذكر واحد قام يوماً باحتكار الإناث.

كافة التجمعات السكانية لها تاريخ. وتعني القوانين اللاطوعية للصدفة أن عارضة الحجم المنقوص-المُخْتَنَق السكاني-ستمارس تأثيراً طويل الأمد على الأجيال اللاحقة. ومن بدايات العصور القديمة بالذات، كان بنو البشر مستعمرين، أولاً، عندما انساحوا من موطنهم الأفريقي وملؤوا العالم، وفيما بعد، عندما اندفع

---

[1] – نسبة إلى جيوفاني كازانوفا (1725-1798) المغامر والكاتب والمقامر وزير النساء الإيطالي. المترجم

الناس بتأثير الضغط الاقتصادي إلى غزو أراضٍ جديدة. وكان المهاجرون عادة عبارة عن مجموعة صغيرة، عينة ضئيلة جداً من الناس الذين خلفوهم وراءهم. أما المستعمرة الجديدة فربما نمت حتى أصبحت مليوناً، ولكن كافة سكانها يحملون فقط جينات (وأسماء) المؤسسين. وبما أن الرواد كانوا قلة، لذلك قد يكون التجمع السكاني الجديد، النقي بالصدفة، مختلفاً تماماً عن أولئك الذين تخلفوا في الوطن.

"تأثير المؤسسين" هذا مهم خلال كامل العملية التطورية. كانت جزيرة ماديرا أول ميناء توقف عنده داروين في رحلة بيغل. وعقّب على اختلاف الحلازين هنا عن سالفاتها الأوروبيات. ولفت انتباهه بدرجة أكبر الاختلاف الذي اكتشفه عند دراسته للطيور في غالباغوز. وظن أنه ربما أوضحت حوادث التاريخ، مع استعمار الصدفة لكل جزيرة، سبب كون الأرخبيلات مختبرات طبيعية للتطور.

كانت خصوصيات الاستعمار مهمة جدا في الماضي الإنساني. ومما يدعو إلى السخرية أن يأتي أفضل نموذج للحادثة التطورية من العودة إلى أفريقيا، أي رحلة الأفريقانيين[1] رجوعا إلى قارة أجدادهم بعد غياب استمر أكثر من مئة ألف سنة. فقد بدؤوا هجرتهم من أوروبا في خمسينات القرن السابع عشر. وحمل الرواد معهم إرثا ثابتا، كان يتضمن أكثر من الكالفينية[2] والتعصب. وما زال الأحفاد يتوارثون الألقاب والجينات التي كان يحملها أوائل المهاجرين. وهناك في جنوب أفريقيا اليوم مليونان ونصف المليون من الأفارقة انحدروا جميعا من جماعة صغيرة من المستوطنين الذين كان بعضهم متحمسا في إلقاحيته كأنما ليترك خلفه عشرات الآلاف من الأحفاد الموجودين اليوم. يشترك مليونا من هؤلاء فقط بعشرين اسما (بوتا واحد منها). وينسجم هذا مع ما يقوله التاريخ لنا حول عدد العائلات التي حملتها تلك الهجرة. وحتى اليوم، نجد أن نصف أكثر الألقاب شيوعا كانت قد وصلت قبل عام 1691 والنصف الآخر قبل 1717.

وحمل المهاجرون معهم أيضاً، عن غير دراية، بعضاً من الجينات النادرة التي اكتُسِبَت عن طريق الصدفة من الشعب الهولندي. ويجب أن تكون زوجة جيرت جانتس، آرياآنتجي جاكوب (واحدة من مجموعة بنات أرسلن من ميتم روتردام في ستينات القرن السابع عشر)، هي التي حملت نسخة واحدة من جينة خاصة بشكل من أشكال البِرْفيرِيَّة. يعزى هذا الداء (الذي قد يكون على صلة بالداء الذي أصاب

---

[1] – هم الأشخاص الجنوبأفريقيين من أصل أوروبي. المترجم

[2] –مذهب كالفين، اللاهوتي البروتستانتي الفرنسي (1509–1564). المترجم

جورج الثالث؛ انظر ص 67) إلى القصور في تركيب الصباغ الأحمر في الدم. وتختلف أعراضه من حالة إلى حالة. فأحيانا، تختزن في الجلد مواد كيميائية حساسة للضوء. وتتفاعل هناك مع ضوء الشمس ويمكن أن تسبب قرحات مؤلمة. وفي بعض أشكال البرفيرية، ينمو الشعر فوق الباحات المعرضة. وأحيانا، تتراكم المواد النفاية في الدماغ، مما يؤدي إلى اضطراب عقلي. يفرز جزء من هذه الفضلات في البول، مما يضفي عليه اللون المميز لخمرة بورت، وهو لون دموي أحمر تقريبا. ويزعم بعضهم أن منشأ خرافة المذؤوبين–تلك المخلوقات التي تخرج ليلا فقط، فتعوي وتشرب الدم–قد تكون جينة البرفيرية.

البرفيرية الشائعة في جنوب أفريقيا خفيفة ولكنها اكتسبت أهميتها من استخدام أدوية البربيتورات Barbiturate drugs في الخمسينات. يعاني حاملو هذه الجينة من ألم وهذيان عند تناول هذه الأدوية. وهي نادرة في أوروبا، ولكن ثلاثين ألفا من الأفريقانيين يحملونها. وحملتها في جوهانسبورغ وحدها أكثر منهم في كل أنحاء هولندا. وكلهم ينحدرون من عضو وحيد من المجموعة الصغيرة المؤسسة التي تنامت عددا إلى أفريقانيين اليوم. وبما أن البرفيرية الجنوبأفريقية شائعة في سلسلة عائلية واحدة، لذلك تطلق عليها أحيانا تسمية "داء فان روجين". وهكذا، ترتبط الجينة واللقب بقوة وتروي القصة التاريخة نفسها.

يمكن رؤية تأثير المؤسسين مرارا بين أحفاد أولئك الذين استعمروا العالم انطلاقا من أوروبا النامية. وأحيانا، كانت تعزل أولئك المستوطنين أميال من المحيط. فقد استوطنت جزيرة تريستان دا كونا، تلك الجزيرة الصغيرة في جنوب الأطلنطي، حامية أرسلت إلى هناك لحراسة نابليون، عندما نفي إلى جزيرة القديسة هيلانه. حيث استقر هناك بعض من جنود تلك الحامية بعد سحبها. وتزوجوا عن طريق الإعلان، وانضم إليهم، بمرور السنين، بعض البحارة ممن تحطمت سفنهم وآخرون. وقد واجهوا صعوبة ثانية عندما غرق عدد من الرجال في حادثة لصيد السمك ورحلت بعض العائلات عملاً بنصيحة قس متشائم. واليوم، هناك بضع مئات من الناس في تريستان. ويشتركون بأسماء مثل: بنتلي، وغلاس وسواين، وهي أسماء ثلاثة من المؤسسين الأوائل ماتزال شائعة حتى اليوم، وهناك شذوذ وراثي محلي مميز، هو العمى الوراثي الذي حملته واحدة من الزوجات الأصل.

وتُعزَل بعض الجماعات المهاجرة عن طريق حواجز اجتماعية أكثر منها فيزيائية. فهناك جماعة صغيرة جداً من اليهود الذين يعيشون في كردستان منذ الشتات، قبل ثلاثة آلاف سنة تقريباً. وحافظوا بصرامة على عزلتهم عن الشعوب

الإسلامية التي تحيط بهم. ويُظهِر اليهود الأكراد (الذين عادوا إلى أسرائيل) تكـراراً استثنائياً عالياً لعيب وراثي إنظيمي. وفي الشرق الأوسط عموماً، يحمل هذه الجينـة واحد تقريباً من كل خمسين شخصاً، ولكن ثلثي اليهود الأكراد يحملونها، ربمـا لأن واحداً من الأسلاف البعيدين كان يحملها. وهناك، في الولايات المتحدة أيضاً، كثـير من الجماعات الدينية التي هاجر مؤسسوها هرباً مـن الاضطـهاد. فنمـت تلـك الجماعات إلى تجمعات سكانية كبيرة استبعدت الغرباء بصرامة. وتحمـل جماعـة بنسلفانيا آميش، أي نجوم فيلم *الشاهد*، إرثاً فريداً. فقد وُلِد فيها حوالي مئـة طفـل، وكل منهم يحمل ستة أصابع ويعاني من تقييد في النمو، وهي حالة غـير معروفـة تقريباً في مكان آخر. وينحدر كل واحد من الأطفال المصابين من صمويـل كنـغ، مؤسس الجماعة.

واقتفاء حركة الجينة حول العالم يوضح أيضاً أهمية الصدفة في التطور. فـداء هنتنغتون (انظر ص 62) شائع نسبياً بين الأفريقانيين. وتنحدر معظم الحالات مـن رجل هولندي أو من زوجته اللذين كانا قد هاجرا في خمسينات القرن السابع عشـر. وكافة النسخ في موريشيوس انحدرت من حفيد نبيل فرنسي، هو بيير داجنت دسّينيه دو بوربون، كما ورث أكثر من أربعمئة مريض في استراليا جينتهم مـن مـهاجر بريطاني، هو مستر كونديك. وفي ويلز، هناك رقعة من داء هنتنغتون في سـيرواي فالي، حول بيت بنّاء استوطن هناك في القرن التاسع عشر ولا بد أنه كـان يحمـل ذلك المرض. أكبر عشيرة في العالم (استخدمت لتتبع مكان توضع الجينة) تعيش في فنزويلا حول لسان بحري يدعى ليك ماركايبو. وقد تم اقتفاء أثر مايقرب من عشرة آلاف من الأحفاد الأحياء لماريا كونسبشن، التي ماتت حوالي عام 1800. وأُكتشِـف أن حوالي أربعة آلاف منهم إما كانوا يحملون المرض أو أنـهم كـانوا معرضيـن لخطر الإصابة به.

لابد أن هذا الأمر كان يحدث مراراً في العصور المبكرة عندما انتشر الإنسـان عبر أنحاء العالم. وحتى لو لم يكن هناك تاريخ مكتوب، فـإن ألقـاب الأفريقـانيين تسمح بالتوصل إلى تقدير جيد لعدد السكان الذين كانوا هناك في البداية، قبل ثلاثمئة سنة وأكثر. ويمكن استخدام الجينات للقيام بالعمل نفسه. حيث تدل أنماط الاختـلاف على عدد السكان الذين أسسوا ذلك التجمع السكاني، أو ما إذا كان هذا التجمـع قـد عانى من صعوبة في الماضي البعيد.

هناك بعض النماذج العالمية لمدى التنوع الوراثي تثير الاهتمام. فالأفارقة أكـثر تنوعاً من باقي شعوب العالم. ومستضدات السطح الخلوي عندهم-الدليل الوراثـي

الذي يميزه الجهاز المنيع–تظهر من التنوع حوالي ضعف ما تظهره الجينات الأوروبية المماثلة، وفي أفريقيا جينات فريدة خاصة بها. والزمرة الدموية هنا أكثر تنوعاً، وكذلك البروتينات وسلاسل الدنا. أما معدل الاختلاف بالنسبة للدَّنا المتقدرية بين شخصين أفريقيين فيبلغ ضعفه عند أي شخصين من مكان آخر غير أفريقيا. فهنود فنزويلا، الذين كان أسلافهم عند نهاية التاريخ المديد للتحرك من أفريقيا عبر العالم، ليس لديهم أبداً أي تنوع في الدَّنا المتقدرية. وقلة التنوع هذه خارج أفريقيا، القارة الأم للجنس البشري، قد يكون سببها ضياع كثير من الجينات عندما انتقلت جماعات صغيرة من الناس، وتشتتت، وأسست مستعمرات جديدة أثناء الارتحال الطويل الشاق عبر الكرة الأرضية. وكما هي الحال بالضبط مع الألقاب الأفريقانية، فإن عدد الأشكال المختلفة كان يهبط كلما جرى تأسيس مستعمرة جديدة. ويعتبر ارتفاع مستويات الاختلاف بين الأفارقة دليلاً على أن تطور الإنسان العاقل في أفريقيا استغرقت وقتاً أطول منه في أي مكان آخر. ويشير نقص تلك المستويات عند أطراف الفروع التطورية في جنوب أفريقيا وبولينيزيا إلى أن جزءاً كبيراً من التطور الإنساني حدث عن طريق الصدفة من خلال معاناة السكان المهاجرين من تتالي المعوقات.

إن مقارنة جينات الأفارقة مع جينات أحفادهم في مكان آخر من العالم يجعل بالإمكان تقدير حجم بعض هؤلاء المستعمرين الأوائل. فترتيب الأسس على امتداد قطعة صغيرة من الدَّنا هو، بطريقة ما، "لقب وراثي"، أي مجموعة من الحروف الوراثية التي تنحدر مجتمعة عبر الأجيال. ولقد تمت، بكثير من التفصيل في مختلف أنحاء العالم، دراسة قطعة واحدة من الدَّنا من هذا النوع، تلك التي تحيط بجينات الهيموغلوبين. فكانت النتائج مخيفة.

تشترك كافة التجمعات السكانية خارج أفريقيا، من بريطانيا حتى تاهيتي، ببضع سلاسل مشتركة خاصة بهذا الجزء من الدَّنا. فهناك، داخل أفريقيا، نموذج مختلف من التوزيع. فكما هي الأسماء تماماً في دليل هاتف جوهانسبورغ مقارنة بمثيلاتها في أمستردام، فإن التغيير في النموذج من قارة الأسلاف إلى أحفادها قد يكون أثراً باقياً من المختنق السكاني وقت الهجرة–هذه المرة، من أفريقيا أكثر مما هي إليها. ويمكننا أن نضع بعض الإحصاءات (وقدراً من التخمينات أيضاً) لتقدير حجم هذه الواقعة التي يبلغ عمرها مئة ألف سنة. وتُظهِر أن سكان العالم من غير الأفارقة ربما كانوا قديماً نوعاً معرضاً للخطر.

تتعرض الصبغيات Y خصوصاً إلى تأثيرات الوقت والصدفة بسبب عادات التزاوج عند الذكور، ودفع الكثيرين منهم إلى العزوبة الاختيارية. وهذا النوع فقط من الصبغيات الأوروبية والآسيوية يقع في زمرتين مميزتين وراثياً. فربما يمكن لكافة الرجال المعاصرين، في أوروبا وآسيا، أن يتعقبوا أسلافهم إلى سلف واحد ذكر من اثنين-آدَمَيْن، إذا صح التعبير. ومن سوء الحظ أننا لانعرف إلا القليل عن صبغيات Y عند الأفارقة لكي نتمكن من تقدير عدد الرجال الرواد.

هناك، في العلم، ثقافتان: واحدة (ينتمي إليهاالعلماء) تستخدم الرياضيات، والأخرى تفهمها. وكل التخمينات حول المختنقات السكانية القديمة تتطلب بعض البهلوانيات الإحصائية الجريئة. ولكنها أثبتت في بعض الأحيان أنها أبعد من أن يصبر عليها من ينغمس بها. وعانت من هذا المصير الفكرة الأكثر شيوعاً والتي تفيد بأنه يمكن تتبع النساء رجوعاً، من خلال الدَّنا المتقدرية، إلى أنثى واحدة هي حواء الأفريقية، التي عاشت قبل مئتي ألف سنة. يدّعي بعض خبراء الإحصاء أنه لاتتوفر معلومات حول المتقدرات في العالم لاقتفاء أثر جدٍّ مشترك. وحواء قد تكون ماتت (مؤقتاً على الأقل)، على الرغم من أن أولئك الذين توصلوا إلى اكتشاف أولي يدحضون هذا الرأي. وكافة التخمينات (بما فيها التخمينات المتعلقة بعدد المهاجرين الأفارقة) تعتمد أيضاً على افتراض حاسم، وربما كان خاطئاً تماماً؛ ويفيد بأن الجينات المعنية لاتغير فرص حاملها في البقيا والإنجاب. ويميل علماء علم الحياة الجزيئي إلى التسليم بعدم أهمية التبدلات البسيطة في تركيب الدَّنا. وبدرجة مماثلة، يمكن إدراك أن تلك التبدلات تمارس تأثيراً على البقيا. فإذا كان الأفارقة، مثلاً، قد حملوا مزيداً من الاختلاف على السطوح الخلوية لأنها تساعد على مقاومة المرض، عندها يكون الادعاء بعزو النقص في مكان آخر إلى المختنق خاطئاً تماماً.

أية محاولة لإعادة بناء الماضي البعيد تنتهي إلى المعاناة من هذا الغموض. ومع أن علم الوراثة لم يجاوب، حتى الآن، عن السؤال: كم آدم وحواء كان هناك؟ فمن الواضح أن معظم الحالة الإنسانية صاغها حدث عارض. يمكن لهذا، على الأقل، أن يزرع التواضع عند أولئك الذين هزمت جيناتهم قوانين الصدفة عن طريق البقاء على قيد الحياة حتى الآن.

الفصل الثامن

8 اقتصاديات جنة عدن

واجه الرسامون في عصر النهضة مشكلة فيما يتعلق بالمواضيع الدينية، وتمثلت تلك المشكلة في أنه هل يجب، عند تصوير آدم وحواء، إظهار السرة عند كل منهما؟ فإذا فعلوا، سيعتبر فعلهم دون شك تجديفا لأنه يعني أنهما انحدرا من أم. وإذا لم يفعلوا، سيبدو فعلهم سخيفا. وعلى الرغم من أن بعضهم لجأ إلى حل وسط عن طريق تصويرهما داخل قطعة استراتيجية من غيضة، لكن هذا العمل لم يحل المشكلة فعلا. وأين كانت جنة عدن؟ برزت عدة نظريات، جعلتها بعضها في [إسرائيل][1]، وأفريقيا، وحتى في الولايات المتحدة. أما متى وجدت فواضح: أضف أعمار أحفاد أول زوجين يذكرهما الكتاب المقدس، تجد أن التاريخ يبدأ بـ 23 تشرين الأول عام 4004 ق.م!

وسبب مغادرة الجنة كان واضحا أيضا. فقد تعلم سكانها، بمساعدة ثمرة تفاح، شيئا ما كان جديدا، وكعقوبة على ذلك أجبروا على الخروج منها إلى العالم. ولم يعد بمقدورهم الاعتماد على المؤونة الغذائية الخيرة تسقط بين أيديهم. فترتب عليهم، بدلا من ذلك، أن يكسبوا رزقهم بأنفسهم. وهكذا، ولد أول نظام اقتصادي.

يدور هذا الفصل حول الخلاص من جنة عدن: حول استعمار العالم وكيف يرتبط التبدل الوراثي بأقدم التطورات الاقتصادية. كثيرا مايعتبر علم الاقتصاد نوعا من المصلحة الشخصية المتنورة. رغبة المرء في زيادة ثروته الخاصة قد تكون، كما قال آدم سميث، اليد الخفية التي تكمن خلف كل تقدم اقتصادي. واستخدم بعض النشوئيين الحجة نفسها. تعتبر الجينات "أنانية" وتواقة إلى تعزيز مصالحها الخاصة، حتى ولو على حساب حاملها. تستخدم هذه الرؤية للحياة، في شكلها الأكثر بساطة، لتعليل الحقد، والجنسانية، والقومية، والعرقية والأنظمة الاقتصادية والسياسية التي تنشأ منها.

---

[1] –القوسان من عندي. المترجم

هناك بعض الروابط الواضحة بين نظريات علم اللاقتصاد ونظرية التطور. فقد تأثر داروين كثيرا بمالتوس، وهو أول اقتصادي أزعجه منظر الأحياء الجديدة الفقيرة في المدن الإنكليزية خلال القرن الثامن عشر. يحتج مالتوس في مقالته حول مبادىء التعداد السكاني بأن عدد السكان سيتفوق، بصورة محتومة، على الموارد الاقتصادية. وقال داروين في سيرته الذاتية بأنه قرأ تلك المقالة، وأنها كانت أول مقالة زودته بفكرة الاصطفاء الطبيعي.

وبصورة مماثلة، تأثر كارل ماركس، وكان بالذات مواطنا مقيما في واحدة من أكثر مناطق لندن ازدحاما، بالأحوال الكئيبة لطبقة البروليتاريا. وأرسل إلى داروين نسخة من كتابه ***رأس المال*** (اكتشف بعد موته أنه لم يقرأه). وفي رسالته لإنجلز، بعد ثلاث سنوات من نشر ***أصل الأنواع***، ذهب ماركس إلى أبعد من ذلك ليقول: " إنه لجدير بالملاحظة كيف يميز داروين بين الطبيعة الحيوانية والنباتية مجتمعه الإنكليزي، بتقسيمه للعمل، وتنافسه، وفتحه أسواقا جديدة، واختراعاته، والصراع المالتوسي في سبيل الوجود". وتجاوز إنجلز ماركس. ففي مقالته ***الدور الذي لعبه العمل في التحول من قرد إلى إنسان***، احتج بأن التبدل الاقتصادي، أي استخدام اليدين لصنع الأشياء، كان حاسما بالنسبة لأصل الإنسان. فإذا مااستبدلنا كلمة "أدوات" بكلمة "عمل"، لأصبحت وجهة نظره جديرة بالملاحظة كوجهات نظر علماء الإحاثة المحدثين.

يظهر علم الوراثة أن جزءا كبيرا من نظرية التطور يرتبط، كما يقول إنجلز، بالتقدم الاجتماعي. ولكن، بغض النظر عن كون المجتمع مسيرا بجيناته، يبدو أن التبدلات الاجتماعية والاقتصادية أنتجت كثيرا من النماذج الوراثية التي نجدها في عالم اليوم. فمنذ ظهور الإنسان لأول مرة، أدى كل تقدم تقني إلى تحول تطوري وإلى عقابيل بيولوجية يمكن أن تستمر آلاف السنين. والجينات تحرك المجتمع، وليس العكس، وخصوصا الضغوط الاقتصادية التي تدفع الشعب إلى الحركة. فتوسعنا الذي لايرحم يقع في صلب عملية تطورنا. قال باسكال بكلمات مشحونة بالتشاؤم "تنشأ المزعجات الإنسانية كلها من عدم الرغبة في البقاء حيث ولدنا".

بدأ الإنسان هجرته فور تطور المستحاثات، كما يتبين من دراستها. وما من أحد يعرف سبب القلق الذي كان يعاني منه أجدادنا. قد يكون التقدم التقني على علاقة بهذه المسألة. ومع أن هجرة الإنسان الحديث تزامنت مع التحسينات التي أدخلت على صناعة الفؤوس الحجرية وما شابهها، فإن الأدوات كانت قد صنعت قبل الشتات الكبير great diaspora الذي ملأ العالم بمليون سنة على الأقل.

ربما كان التبدل المناخي معنيا. فقديما، كانت صحراء الصحارى[1] سهلا معشوشبا وكانت بحيرة تشاد بحرا أكبر من بحر قزوين الحالي. وقد أجدب كلاهما قبل مايقرب من مئة ألف سنة، ولهذا، قد يكون نقص المواد الغذائية (تكاثر السكان بمعدل أعلى من تكاثر الموارد) هو الذي دفع الإنسان الأول إلى خارج أفريقيا. ويتكون في هذه الأيام عالم مصغر لما حدث في ذلك الوقت عند الجهة الجنوبية للصحارى. فعندما تشح الأمطار، تمتد الصحراء إلى السهل ويتحرك المهاجرون بشكل دائب.

كانت الأنظمة الاقتصادية القديمة تقوم على أساس استغلال ماتيسر من الحيوان والنبات. وكانت المؤسسات في تلك الأنظمة بسيطة. وكان الناس يستهلكون ماتوفره الطبيعة لهم حتى ينفذ. فقد اكتشفت في كافة أنحاء العالم مستحاثات لحيوانات كبيرة شهية الطعم طاردها الإنسان فور وصوله حتى انقرضت. ففي سيبيريا، قتل الكثير من حيوانات الماموث، إلى درجة أن الصيادين كانوا ينشئون قراهم من عظامها. وفي أستراليا، حدث أيضا تحول من الغابات إلى المراعي، عندما لجأ المهاجرون الأوائل إلى شق طرقهم عبر القارة عن طريق الإحراق. وقد احتفظ الغطاء الجليدي في غرينلند بسجل ذلك التدمير. لأن الثلوج التي سقطت قبل عشرات الآلاف من السنين احتجزت السخام والرماد الناجمين عن حرائق غابية هائلة قد تكون أشعلتها كائنات إنسانية.[1]

لم تستعمر نيوزيلندة حتى عهد وليم الفاتح[2] تقريبا. ازدهرت الزراعة هناك على مدى سنوات قليلة، وكانت تقوم على أساس استغلال بضعة أنواع من طيور الموة، وهي طيور عملاقة لا تطير. وما تزال الآثار التي أقيمت من ريشها موجودة هنا وهناك، مثل أماكن القتل الطقوسي الذي كانت تذبح فيه تلك الطيور (وحيث اكتشف نصف مليون من الهياكل العظمية). فلا عجب إذا أن دفعت تلك الطيور نفسها إلى الانقراض خلال بضعة قرون. وفي وقت متأخر جدا، نفقت في أوروبا أيضا كافة المجموعات الحيوانية. ولم يصل الإنسان إلى كريت، وقبرص وكورسيكا إلا قبل مايقرب من عشرة آلاف سنة. وقبل ذلك، كانت هذه المناطق تؤوي سكانا غير عاديين: أفراس قزمة، وأيائل، وفيلة، وجرذان سنجابية عملاقة، وبوم وسلاحف.

---

[1] – منطقة واسعة من أراض قاحلة وواحات في شمال أفريقيا. المترجم

[1] – أو وليم الأول، ملك بريطانيا (1028–1087). المترجم

وسرعان ماهلك كل شيء بعد وصول الرحالة مباشرة، وتتناثر العظام المحروقة المتخلفة من شي الأفراس بين بقايا القبارصة القدماء.

في الوقت الذي كان فيه الإنسان الحديث يغادر أفريقيا متجها نحو الشرق في طريق رحلته إلى أستراليا، كان إنسان نياندرتال، وهو واحد من أقرباء الإنسان، أكبر حيوان ثديي شائع يعيش في أوروبا والشرق الأدنى. وعاش هذا الحيوان هناك على مدى مئتي ألف سنة. وكانت أعداد كبيرة منه تعيش في الغابات الكثيفة في الجنوب الفرنسي. وكان بعضه يقيم نظاما اقتصاديا على أساس اصطياد الرنة، ومستوطنات تتمركز حول طرق الهجرة. فقد اكتشفت في كهف كومب غرونال، في بيرغورد، عشرات الآلاف من الأدوات الحجرية النياندرتالية لما يزيد عن ستين من النماذج المختلفة. كان إنسان نياندرتال يحفظ طعامه عن طريق طمره في أرض جليدية. وهناك في عدة أمكنة ما يمكن أن تكون قبور نياندرتالية. وكان الدفن يتم أحيانا بصورة منهجية. فقد اكتشف قبر نياندرتالي في تشيك-تاش في أوزبكستان عمره خمسون الف سنة وتحيط به قرون الوعل، ربما كطقس ديني.

كانت الثقافة النياندرتالية، بطريقتها الخاصة، ثقافة معقدة. ولكنها كانت غير تقدمية على نحو لافت للنظر، ودون تغيير حقيقي على مدى مئة الف سنة. وتبدو الأدوات التي صنعها إنسان نياندرتال في بريطانيا والشرق الأوسط متشابهة تقريبا. كان قليل الاهتمام بالاستكشاف ولم يصنع القوارب، ولذلك بقيت مفاتن جزر البحر المتوسط (مع أنه كان مبتلى بأفراس الهيبو) مجهولة بالنسبة له. كان هذا الإنسان من أول المحافظين.

وسرعان ما اختفى هذا الإنسان بعد قيام أسلافنا المباشرين بغزو أوروبا. ولا يمكن تحديد السبب إلا عن طريق التخمين. وتتراواح التخمينات من الإبادة الجماعية إلى التهجين. والإبادة الجماعية بعيدة الاحتمال. لأن إنسان نياندرتال عاش في فرنسا، في كهف سانت سيزير، مع الإنسان الحديث جنبا إلى جنب آلاف السنين. وقد يكون القول بالتهجين خطأ. فلو كان هناك تزاوج واسع النطاق بين السكان المحليين والغزاة، إذن لاحتفظ الأوروبيون المعاصرون بجينات من هذا الفرع المميز للأسرة الإنسانية ولكان اختلف وراثيا عن الصينيين والهنود المعاصرين، الذين لم يلتق أسلافهم بإنسان نياندرتال، ناهيك عن التزاوج مع أحدهم. ولكنهم ليسوا كذلك.

قد يكون الضغط الاقتصادي هو السبب. فقد كانت أفريقيا، على امتداد معظم التاريخ الإنساني، من أكثر القارات تقدما من الناحية الاقتصادية. وكان الأفارقة يصنعون الأدوات الحجرية الحادة في حين كان على الأوروبيين أن يتعاملوا مع فؤوس كليلة. وكانت هناك فترة بدا فيها وكأن ذلك الإنسان قد توصل إلى تقنية ما حديثة، ولكن هذا لم يستمر طويلا. اكتشف أول الأوروبيين من غير إنسان نياندرتال في عام 1868 أثناء العمل في الخط الحديدي في قرية بيرغورد، في ليزيزييه في ملجأ كرو-مغنون. بدا إنسان كرو-مغنون هذا شبيها جدا بالأوروبيين الحاليين. كان لهذا الإنسان (وإنسان أوريغناسيان، سلفه المباشر) نظام اقتصادي معقد يقوم على الصيد والجمع واستخدام عدد من الأدوات. وبلغت فنونه الكهفية أوجها قبل حوالي أربعين ألف سنة. وكان الإنسان الحديث يستخدم أدوات مصنوعة من العظم والعاج، في حين كان قريبه، إنسان نياندرتال، يستخدم الحجارة. وكان أفضل حالا لجهة استغلال ماهو موجود، ولذلك نمت تجمعاتهم السكانية بشكل أسرع، وطرد إنسان نياندرتال (وجيناته). ومن سانت سيزير، جاء آخر الهياكل العظمية المعروفة لإنسان نياندرتال. وكان أصحابها قد ماتوا قبل ثلاثين ألف سنة.

على الرغم من بساطة النظام الاقتصادي الذي اتبعه إنسان نياندرتال، إلا انه أحرج الإنسان الحديث لمدة طويلة. فقد وصل هذا إلى أستراليا قبل أن يملأ أوربا. وربما كان هذا التأخير على علاقة بمنافسة مارسها إنسان نياندرتال، المواطن الأصلي في أوروبا.

سكن الإنسان معظم أنحاء العالم بعد مغادرته للقارة التي ولد فيها. فقد وصل أول الأستراليين في وقت مبكر، قبل حوالي خمسين ألف سنة. وأقدم البقايا موجودة هناك في موقعين في أرض آرنم، في شمال أوستراليا، حيث توجد أدوات حجرية وطلاءات من المغرة، الحمراء والصفراء، في رواسب رملية عمرها خمسون ألف سنة. والموقعان قريبان إلى الشاطيء وربما إلى النقطة التي وصل الإنسان إليها قادما من الشمال. يعود تاريخ أقدم الجماجم الأسترالية المعروفة إلى ثلاثين سنة. وفي غضون خمسة آلاف سنة، أصبح لدى الأسترالي القديم أدوات معقدة وشباك صيد وتقدم في الناحية الاقتصادية مثله مثل الناس في باقي أنحاء العالم.

كان هناك، على امتداد معظم التاريخ الأسترالي، جسر أرضي يصل أستراليا بما يعرف اليوم بغينيا الجديدة، ولكنه اختفى قبل سبعة آلاف سنة فقط. وكانت تسمانيا أيضا جزءا من أستراليا العظمى. وكان هناك دائما خندق عميق يفصل هذه القارة،

السهول Sahul، عن قارة آسيا. هذا ماخمنه معاون داروين، ألفريد رسل والاس، عندما لاحظ تغييرا واسعا في الحيوانات والنباتات في ذلك الجزء من العالم.

وعلى الرغم من صعوبة عبور ذلك الخندق، فإن علماء الوراثة الذين يدرسون اليوم التجمعات السكانية المحلية في أستراليا يرون أن كثيرا من الناس عبروا ذلك الحائل. تختلف الدنا المتقدرية عند الأستراليين البدائيين كثيرا عنها عند البابوانيين[1]. فربما كان هناك كثير من المؤسسين، وقد تكون حدثت عدة غزوات إلى داخل القارة. وحال وصولهم إلى هناك، كانوا يجدون البيئة ملائمة. وكانوا يميلون، على الأقل في الشمال المداري، إلى البقاء في الأمكنة التي يصلونها فلا يبرحونها. تختلف التجمعات السكانية المحلية في غينيا الجديدة كثيرا عن بعضها بعضا وهناك "عشائر" مميزة من السلالات المتقدرية، تقتصر كل منها على واحد أو اثنين من الأودية الجبلية القاصية. كان ساكنوها معزولين على مدى فترة طويلة، وبقوا كذلك حتى وصل أوائل الأوربيين إلى النصف الداخلي قبل قرن تقريبا. كان السكان البابوانيون الأوائل متقدمين اقتصاديا بطريقتهم الخاصة، فكانوا يقطعون الأشجار لإفساح مجال النمو أمام النباتات الأطيب طعما تحتها. وعن طريق بقائهم في معاقلهم المعزولة على مدى عشرات الآلاف من السنين، ظلوا بعيدين عن الصراع الاقتصادي وموجات الحركة السكانية التي أثرت على بقية أنحاء العالم.

وسرعان ماعمل ارتفاع مستويات البحر عند الطرف الآخر للسهول Sahul على عزل سكان تسمانيا. ولم يكن هؤلاء يعرفون شيئا عن التقدم الزراعي في البر الرئيسي واستمروا في جهلهم للعالم الخارجي حتى وصلت الموجة التالية من المهاجرين، أي الأوروبيين، في القرن الثامن عشر. لانعرف شيئا عن الجينات التيسمانية. والسبب بسيط ويتمثل في أنهم دفعوا إلى الانقراض (وأحيانا طوردوا) من قبل ممثلي النظام الاقتصادي الحديث، وذلك خلال بضع عشرات من السنين. حدثت عارضة قذرة في علم الإنسان عندما اعتبر التسمانيون، سخفا، على أنهم "الحلقة المفقودة" المراوغة بين الإنسان والقرد وراحت المتاحف في أنحاء العالم تختصم حول عظام آخر الأحياء منهم. وتتوفر اليوم فرصة جديدة لاعتبار إرثهم كفن تسماني ماقبل تاريخي بما فيه البصمات اليدوية الدامية وربما الدنا القديمة.

تظهر الآثار الإنسانية في جزر المحيط الهادي أن الجزر النائية أيضا (كجزيرة مانوس في مجموعة الأدميرالية، على بعد ثلاثمئة وخمسين كيلو مترا من أقرب كتلة

---

[1] – Papuans: سكان غينيا الجديدة. المترجم

أرضية، أي إيرلندا الجديدة) كانت مسكونة قبل ثمانية وعشرين ألف سنة، وفي ذلك الوقت فقط أصبح ممكنا القيام برحلات حقيقية. وما زالت جينات المالينيزيين الحاليين، أي أولئك الذين يسكنون الجزر شمال وشرق الكتلة الأرضية الأسترالية الرئيسية، تشبه تماما جينات السكان القدامى في هضاب بابوان. إنهم أحفاد أوائل هؤلاء الرحالة.

البولينيزيون الذين يقطنون بقية الجزر في المحيط الهادي، بما فيها الجزر القاصية كجزر هاواي، مختلفون تماما ووصلوا إلى هناك في فترة متأخرة أكثر. فقد وصلوا إلى هاواي وجزيرة إستر بعد قرنين فقط من ولادة المسيح. والجزر التي تفصلها الاف الأميال المحيطية، في أقصى المحيط الهادي، غير مميزة كثيرا من الناحية الوراثية، مما يظهر أن المياه كحائل في وجه الحركة أقل فعالية من الأرض.

يتسم كل الناس تقريبا في أقصى المحيط الهادي بتغير طفيف في الدنا المتقدرية. لقد فقدوا جزءا من الرسالة الوراثية مؤلفا من تسعة أحرف. وهذا الشطب، كما يسمونه، انتشر عبر كامل بولينيزيا، من فيجي إلى نيوزيلاند. وهو شائع جدا في بعض الأمكنة بما يوحي بأن معظم السكان الحاليين ينحدرون من أنثى مؤسسة واحدة هي جدة كل السكان تقريبا في جزر المحيط الهادي. ويشارك في هذا الشطب سكان شرق آسيا من تايوانيين ويابانيين. ويبدو أن البولينيزيين انتشروا عبر المحيط الهادي قادمين من آسيا لامن أستراليا. فالأستراليون البدائيون وسكان المرتفعات في غينيا الجديدة البابوانية لايحملون هذه الإشارة الوراثية. وهذا يؤكد دليل علم الآثار القديمة أنهم أحفاد هجرة أقدم جاءت من أفريقيا، وبدأت قبل رحلة المغامرين البولينيزيين بآلاف السنين.

الأمر الوحيد الواضح، هو أن هناك بضع روابط وراثية بين الناس في المحيط الهادي والشعوب في أمريكا الجنوبية. فقد بيع من كتاب *ثور هيردال*، الذي يدور حول رحلته الجريئة في طوف من خشب البلزا انطلاقا من البيرو لمسافة ثمانية آلاف ميل في المحيط الهادي، عشرين مليون نسخة، وهو رقم لم تحققه مبيعات مؤلفات علم الإنسان مجتمعة. ومن المؤسف أنه أخطأ في وجهة النظر القائلة بضرورة إعادة بناء الماضي فقط من أجل إعادة تمثيله. فعلم الوراثة السكاني أغرق كون–تيكي Kon-Tiki.

قبل عشرين ألف سنة كانت الكثافة السكانية وازدهار الاقتصاد يعمان معظم أنحاء المحيط الهادي. وشهدت أوروبا أيضا ازدهار التجارة. فقد كان الصوان ينقل

من أجل الأدوات الحجرية إلى مسافة أميال عديدة ووصل كهرمان البلطيق إلى البحر الأبيض المتوسط. وازدهر الفن لفترة قصيرة؛ ربما لمدة قرنين فقط. وخلال تلك الفترة امتلأت الكهوف في لاسكو وألتميرا بالصور، وبدأت تظهر التماثيل الصغيرة والعقود الصدفية.

وعلى الرغم من ازدهار الاقتصاد العالمي، كانت الأمريكتان خاويتين. وأخيرا، وصل إليها المهاجرون من سيبيريا. وعاش الكثيرون من سكان تلك الأراضي الجليدية، التي كانت أكثر برودة مما هي عليه اليوم، على صيد الماموث. وكانوا، أثناء انتشارهم، يدمرون مواردهم الغذائية. حتى وصلوا في النهاية إلى جسر لاند برنغ الذي كان يربط آسيا بألاسكا. وكان هذا الجسر قد نشأ من البحر -كما تنشأ آلاف الأميال المربعة من السهول الساحلية في كل أنحاء العالم- عندما احتجز الماء داخل الجليد. وعند نهاية العصر الجليدي، ارتفع الماء وتصدع الجسر الذي كان يفصل بين العالمين القديم والجديد، وذلك قبل اثني عشر ألف سنة. وكان عبره بعض الرواد قبل اختفائه مباشرة. فإذا كانت تجاربهم كتجارب مايعرف بـ إنيوويت Inuit القرن التاسع عشر الذين قاموا برحلات طويلة عبر أصقاع قاحلة، فلا ريب في أنهم مروا بأوقات عصيبة. ولا بد من أن يكون جاع الكثيرون منهم. ولكن، على الرغم من ذلك، وصل بعضهم إلى السهول الواسعة في أمريكا الشمالية وانتشروا بسرعة إلى نقطة في جنوب القارة، ووصلوا إلى هناك خلال ألف سنة لاغير. كان هذا التوسع سريعا كما يبدو لكنه، في كل الأحوال، توسع في صقع صحراوي يقل عن عشرة أميال سنويا. وكانوا يستعينون في رحلتهم أحيانا بشيء من التدفئة، وهذا يعني أنه حتى في ألاسكا، ذلك الصقع القاسي، كانت هناك بعض الأشجار.

ومن جديد، يدفع الثمن السكان المحليون الذين يصلحون للأكل. فقد انقرض الماموث، والكسلان، والتابير العملاق والجمل، بعضهم إثر بعض. كان كل من هذه الحيوانات كبيراً، ولذيذ الطعم، وبسيطاً وأليفاً، ثم إنهم يتوالدون ببطء. وقد أصبح مصيرهم مؤكدا فور وصول الإنسان. تدمير الموارد هو الذي أغرى الأمريكيين الأوائل بالتوجه جنوبا حتى وصلوا إلى باتاغونيا ثم لم يتمكنوا من المضي إلى أبعد منها. ويبقى دليل التخريب قائما حتى في العصور التاريخية. فقد كانت أشجار الأرز في لبنان رمزا للثروة، واستخدمها سليمان في بناء هيكله. واليوم، لم يبق من تلك الأشجار إلا القليل. وفي أسبانيا، نجح الجلجل Mesta[1] أو Kenaf، أكبر متعاون مع

---

[1] – نبات يزرع لأليافه. المترجم

الرعاة، خلال ثلاثمئة سنة في تحويل معظم الريف إلى صحراء. ولا نرى ضـرورة للتذكير بآخر هجوم على البيئيات في الأمريكتين الذي يمثله الحريق الذي يشب فـي غابات المطر.

تاريخ الغزو الأمريكي غير مؤكد. وأقدم آثار الاحتلال موجـودة فـي أمريكـا الشمالية في ملجأ صخري في ولاية بنسلفانيا، يعود تاريخها إلى حوالي اثني عشـر ألف سنة. وسرعان ماأنتجت "ثقافة كلوفيس" في مايعرف اليوم في الولايات المتحـدة أنه أسنة حادة وفعالة للسهام. وأول فن في الأمريكتين موجود في كهف في البرازيل اسمه بيدرا فرادا، أي الصخرة المثقبة، ففي هذا الكهف توجد صور لطيور، وأيـل، ومدرعات جنبا إلى جنب مع صور إنسانية. وهناك من يزعم أن الفحم من الكـهوف المجاورة يعود إلى خمسين ألف سنة، ولكن قلة من علماء الإنسان هم الذين يقبلـون هذا كدليل على الاحتلال الإنساني. ويعتقد الكثيرون أن أوائل الأمريكيين وصلوا قبل أقل من خمس وعشرين ألف سنة.

تتوافق جينات الأمريكيين الأصليين تماما مع فكرة ضآلة عدد عصبة المؤسسـين القادمين من سيبيريا الذين عمـروا بسـرعة أرضـهم التـي اكتشـفوها حديثـا. فالأمريكيون، بوجه عام، أقل اختلافا وأكثر تماثلا من الناحية الجغرافية من النـاس الذين يعيشون في الأراضي الهضبية في غينيا الجديدة البابوانية PaPua (الذيـن عمـروا جزءاً يسيراً فقط من الحيّز الذي احتله الناس في العالم الجديد). وتقع الجينات المتقدريـة عند جميع الأمريكيين الأصليين فقط في أربع سلالات مميزة، مما يوحي بأن قلة من الناس فقط هي التي نجحت في إكمال العبور المحفوف بالمخـاطر لجسـر برنـغ. واكتشفت السلالات نفسها في بعض الموميات التشيلية التي يبلغ عمرها ثلاثـة آلاف سنة، وتدل ضمنا على أنه لم يعترض طريق أصحابها إلى الأمريكتين، من الشـمال إلى الجنوب، كثير من الإحباطات. لانعرف شيئا عن وراثيات السيبيريين الحـاليين، ولكن المتقدرات عند الهنود في أمريكا الجنوبية تتشابه عموما مع مثيلاتها في شـمال شرق آسيا، مما يعزز فكرة أن سليفات النوعين جاءت من هنـاك، مثـل جينـات البولينيزيين.

قبل عشرة آلاف سنة، عمر الإنسان الحالي كامل العالم الصالح للسكنى، باستثناء بعض الجزر القاصية. وعاش في كل مكان على شكل مجموعات صغيرة. وكـان الإنكليزي الواحد يحتاج إلى عشرة أميال مربعة من الأرض لإعالة نفسه. وترافـق الانتشار العالمي بتقدم تقني في صناعة الفؤوس، وأسنة السهام وشباك صيد السـمك لأن معظم الحيوانات التي كانت تستثمر بسهولة–الرنة، والماموث، والكنغر العملاق

والنعام-اختفت ووجد الصيادون أنفسهم مجبرين إلى التحول إلى ضحايا استثمارها ليس سهلا.

نتعلم من دراسة الجينات عند بعض الشعوب الحديثة التي مازالت تعتمد على الصيد والجمع لتلبية بعض حاجاتها شيئا ما حول أسلوب الحياة التي عاشها أسلافنا الصيادون. فالقرى المتجاورة فيما بين هنود اليانومامو، والتي تختلف بصورة محسوسة عن بعضها بعضا بالإنظيمات والزمر الدموية، دليل على أن بنيتها الاجتماعية، التي تقوم على أساس الشك والكراهية، أدت إلى عزلة وراثية. وكان هناك مزيد من الفرص لحدوث تبدل وراثي عشوائي عند انشطار كل عصبة صيد وانتقالها أثناء إعمار العالم بالسكان. لاريب في أن حياة الصيد والجمع كانت حياة انعزالية. وربما كانت الجماعة الحالية مترابطة بقوة، مع ذلك، كان اتصالها مع أية جماعة أخرى قليلا. وتبدل كل شيء قبل عشرة آلاف سنة. فقد حدث تقدم اقتصادي مفاجيء اضطلع بصياغة المجتمع والجينات في العالم الحديث. وظهرت الزراعة.

قبل ظهور الزراعة، كان الإنسان يتناول عشرات الأنواع من المواد الغذائية. وتظهر الحفريات في سورية أنه كان هناك، في ذلك الوقت، أكثر من مئة وخمسين نوعا من النباتات الغذائية. ولكن لم يبق منها، بعد ظهور الزراعة، سوى بعض الحبوب والبقول. وكان السكان الأصليون في كوينلاند الشمالية، حتى القرن التاسع عشر، يأكلون مئتين وأربعين نوعا مختلفا من النباتات. وبإضافة نباتات المحصول الخمس الرئيسية لكل بلد في عالم اليوم، نحصل على إجمالي عالمي قدره مئة وثلاثون نوعا فقط. بعض المواد الغذائية التي تعتبر في هذه الأيام أساسية، غابت من النظام الغذائي للفلاحين حتى عهد قريب جدا. فالدجاج كان يصدر من الهند إلى أوروبا حتى إلى مابعد تدجين الأغنام والماشية بوقت طويل. والبيض لم يكن موجودا على مائدة الإفطار في بلاد اليونان أيام الأغريق القدماء.

كانت حياة الصيادين أكثر يسرا من حياة الفلاحين الأوئل. فساكنوا الأدغال في جنوب أفريقيا الذين مازالوا يعيشون على الصيد، لايحتاجون إلى العمل أكثر من خمس عشرة ساعة أسبوعيا لإطعام عائلاتهم، وهي فترة أقل بكثير مما يحتاجه أولئك الذين تحولوا إلى النظام الاقتصادي الزراعي وأقل من الوقت الذي يجب أن يقضيه في العمل معظم العمال الذين يشتغلون في الصناعة في البلدان الغربية لشراء الطعام. وفي الشرق الأوسط أيضا، هناك أعشاب برية تنمو على سفوح الجبال، وهي من الوفرة بما يكفي لأسرة مسلحة بمناجل بدائية أن تجمع خلال بضعة أسابيع بذورا تكفيها لمدة سنة. ولربما يفسر العمل الإضافي المطلوب تلك اللهجة

الاستخفافية التي وردت في الكتاب المقدس حول النظام الاقتصادي الحديث، فقد حذر آدم عند طرده من جنة صيده وجمعه، "ملعونة الأرض بسببك؛ بالتعب تأكل منها كل أيام حياتك ... فأخرجه الرب الإله من جنة عدن ليعمل الأرض التي أخذ منها".[1]

عاش المزارعون الأوائل كافة في الشرق الأوسط، ربما في حوض نهر الأردن (القريب بالصدفة إلى حيث يجب أن تكون جنة عدن التوراتية). وكانت هناك وفرة من المواد الغذائية الطبيعية حول بحيرة الأردن. وكان يصعب على الناس الذين يعيشون هناك أن ينتقلوا إلى مكان آخر عندما تسوء أحوالهم، بسبب الصحارى التي تحيط بهم. وقبل عشرة آلاف سنة، بدأ المناخ يتغير. وكان المناخ القاري هناك شبيها إلى حد ما بالغرب الأوسط في الولايات المتحدة اليوم. فقد كان الشتاء باردا ومطيرا وعلى الرغم من حرارة الصيف كان المطر وافرا هناك. ويتم التحول فجاة إلى مناخ متوسطي ذي شتاء مطير دافيء وصيف حار جاف. وراحت البحيرة تجف، وانشطر ماكان يعرف بالغطاء المتواصل من المياه العذبة إلى بحر الجليل والبحر الميت المالحين.

ويظهر اللقاح أن النباتات بدأت تتغير أيضا. فقد تقلصت الغابات وحلت محلها المراعي. المناخات المتوسطية صالحة تماما لرعاية تطور أنواع جديدة من النبات. وكاليفورنيا، وطرف جنوب أفريقيا واستراليا الغربية كلها ذات مناخ متوسطي وهي مصدرة لمئات الأنواع من النباتات الفريدة. وهناك في وادي الأردن، ظهرت أنواع هجينة جديدة وخصيبة بين الأنواع العشبية عندما بدأ الريف بالجفاف. وراح السكان المحليون يحرقون العشب لجذب الأيائل إلى مصائدها الجديدة. وسرعان ماخطرت لهم فكرة زرع البذور؛ وهكذا بدأت الزراعة. أصيبت أسنان السكان القدامى في الوادي بالتلف لأنهم كانوا يتناولون أطعمتهم مطحونة بوساطة أحجار طحن ناعمة تسبب وجود حبيبات رملية في تلك الأطعمة.

وفي الوقت نفسه تقريبا، حدث الشيء نفسه، في عدد من الأماكن. وفي كل مكان كانت هناك فترة انتقالية، تضمنت حرق الأعشاب لجني البراعم الجديدة وحتى لسقاية المجموعات النباتية. وانتشرت الزراعة بسرعة. فزرع القمح لأول مرة في الشرق الأوسط، والأرز في الصين، والذرة في أمريكاالجنوبية. وفي وقت ما بعد ذلك، جرى في غرب أفريقيا تدجين الذرة، والدخن واليام. كان التأثير دائما هو ذاته.

---

[1] – سفر التكوين، الإصحاح الثالث. المترجم

ويحدث انفجار سكاني. فقبل الزراعة، كان كل شخص يحتاج إلى ميل مربع لإعالة نفسه. وبعدها، أصبحت المساحة نفسها تكفي لإعالة مئة شخص.

توحي العظام الإحاثية بأن صحة المزارعين أصبحت، من الناحية العملية وبغض النظر عن تحسنها، أكثر سوءا. حيث ظهرت العوازات عندما هبطت كمية البروتين في النظام الغذائي وكانت هناك فترات تحدث فيها مجاعات عندما يختل التوازن بين عدد السكان وطاقة الموارد. وكان التأثير مذهلا في بعض المناطق. إذا أكل الأطفال جيدا، فإنهم يصبحون أكثر طولا. وهذا مايعلل زيادة معدل طول القامة في البلدان الغربية خلال القرن الماضي بمقدار ثلاثة إنشات. ولكن حدث العكس تماما بالنسبة لأطفال المزارعين الأوائل، أي أن مصيرهم كان كمصير أطفال الطبقة الكادحة في ظل الثورة الصناعية. وفي السنوات الألف التي تلت بداية الزراعة في جنوب شرق أوروربا، هبط معدل طول القامة بمقدار سبعة إنشات. وتظهر العظام عند الأمريكيين الشماليين تلفا واسعا، وخصوصا في محاجر العيون، وذلك لأن الذرة أصبحت مادة غذائية رئيسية. فالذرة قليلة الحديد والبروتين، وما هو أسوأ من ذلك، أنها تضعف امتصاص الحديد من المصادر الأخرى كاللحم. مما أدى إلى تفشي فقر الدم، الذي بقيت سجلاته محفوظة في جماجم أولئك الذين اعتمدوا على النظام الاقتصادي الجديد للذرة.

انتشرت الزراعة بسرعة من مراكزها الأم نتيجة لتزايد عدد السكان. فتدفقت معها موجات التغيير التقني من تلك المراكز. فظهرت الأكواب المزخرفة في أوروبا من خلال الحفريات الأثرية، وفي الشرق الأقصى انتشرت معدات زراعة الأرز من موطنها الأصلي إلى آلاف الأميال.

أما الزراعة الأوروبية فكانت بدأت في الشرق الأوسط قبل عشرة آلاف سنة تقريبا. فوصلت إلى بلاد الأغريق قبل ميلاد المسيح بحوالي خمسة آلاف سنة ولم تنتقل منها إلى أوروبا إلا بعد ألفي سنة من ذلك التاريخ. ولم يكن توسعها منتظما. فقد كان الحد الزراعي المتحرك أشبه تقريبا بحد العالم الغربي المسعور خلال القرن التاسع عشر. حيث استوطن المستعمرون أفضل المناطق أولا، تاركين الأراضي الأقل أهمية للسكان الأصليين. وعملت جماعة الصيد والجمع في شمال وشرق أوروبا ما وسعها لإيقاف موجة الفلاحين عن حوض الدانوب لمدة ألف سنة. وكان انتشار الزراعة باتجاه الشمال أكثر بطئا لأن سوء الأحوال المناخية لم يكن ملائما لنمو المحاصيل. ولم تصل التقنية الحديثة إلى شاطئ بحر الشمال إلا قبل الوقت الحاضر بخمسة آلاف سنة تقريبا. ومن هناك انتشرت بسرعة إلى بريطانيا. وفي

المناطق الأخرى تأخرت إلى ما بعد هذا التاريخ. ففي جنوب فنلندا لم يبدأ الاقتصاد الزراعي إلا بعد ميلاد المسيح.

مقاومة الأسلوب الجديد في الحياة، في معظمها، تعزى إلى النجاح المحلي لنظام اقتصاد الصيد، أي "نظام الحجر الغابي المصقول". فقبل تسعة آلاف سنة كان في شمال أوروبا سكان من جامعي المؤن الموسرين. وكان هؤلاء يعيشون في مخيمات كبيرة، وينصبون الأشراك لفرائسهم، ويختزنون كميات كبيرة من المواد الغذائية. وأنشؤوا حول بحر البلطيق، في البحيرات الجليدية، قرى ترتفع بيوتها على ركائز. وفي بعض المناطق، كان بعضهم متخصصا بصيد عجول البحر وبعضهم الآخر بصيد الأيائل. أما الذين عاشوا على الجمع فكانوا يتناولون ثلاثين نوعا أو أكثر من مختلف النباتات، بما فيها الأعشاب، وثمر البلوط، والحماض، والهندباء، وفي المناطق المستنقعية، كمأة الماء. فقد اكتشفت الملايين من أغلفة هذه الكمأة، جنبا إلى جنب مع مطارق خشبية كانت تستخدم لتكسيرها. وكان الكتان هو المحصول الوحيد، لكنهم كانوا يستخدمونه لصنع الحبال أكثر مما يستخدمونه كمادة غذائية.

وفي أي مكان وصلت إليه الزراعة، كان مجتمع الصيد والجمع يعاني، عاجلا أم آجلا، من تشكل طبقة أرستقراطية عندما تقتحم عليه موطنه موجة من الناس المتقدمين اقتصاديا, ومن السهل علينا أن نتخيل تشكيات المواطنين المحليين عندما يمزق القادمون الجدد أنشودتهم الريفية بأساليبهم الحديثة وأدواتهم ذات التقنية العالية. وربما كانت الحياة في بريطانيا قبل خمسة آلاف سنة تتماثل في كثير من مظاهرها مع ما صوره مسلسل هيئة الإذاعة البريطانية ***رماة السهام*** في العصر الحاضر.

وعلى الرغم من اكتساح الفلاحين للصيادين في نهاية الأمر، كانت هناك حقبة طويلة من التعايش المشترك. حيث تظهر الآثار المحفوظة أن المزارعين كانوا يبادلون القمح باللحم والفرو. وفي بعض المناطق، استغرق الانتقال من النظام الاقتصادي القديم إلى النظام الحديث عدة آلاف من السنين، رافقه تقلص بطيء في عدد الهياكل العظمية للخنازير البرية والأيائل والأعشاب الطبيعية (كما يظهر من انطباعات بذورها في الشظايا الخزفية) لصالح الماشية والحبوب. وأخيرا، ساهم سوء الأحوال المناخية في وضع حد للصيد. فقد اختفى المحار وعجول البحر من بحر البلطيق ودخل الصيادون الشماليون في النهاية إلى العالم الحديث.

هناك وجهتا نظر يحملهما المؤرخون الاقتصاديون حول منشأ التكنولوجيا. فيقول أصحاب النظرية الانتشارية إن التقدم العلمي، بجميع أشكاله، ينتقل من جماعة إلى

جماعة. والمعرفة نفسها تنتقل ، أكثر من انتقال الناس الذين يحملونها. ويزعم آخرون أن التقدم الثقافي يأتي من حلول شعب محل شعب آخر والانتصار عليه. فالشعب المتقدم ثقافياً يحمل معرفته معه ويحل محل أسلافه. تحمل الهياكل العظمية، والآنية الفخارية والبذور كثيراً من الإشارات حول النظام الاقتصادي في المجتمع الأوروبي قبل عشرة آلاف سنة؛ ولكن الجينات تحمل معلومات أكثر وفرة. فالأنماط الوراثية عند الأوروبيين الحاليين تُظهِر أن الهجرة والانتشار، كلاهما كانا معنيين في إحلال الزراعة محل الصيد. صحيح أن الفلاحين طغوا على الصيادين، ولكن كما هي الحال مع رماة السهام، فإن الحواجز الاجتماعية لم تمنع، كما يبدو، من التزاوج بين الناس على الرغم من الحاجز الطبقي.

تظهر الخريطة الوراثية التي وضِعَت على أساس مجموعة من الجينات المتنوعة والتي أُخِذَت من ثلاثة آلاف موضع في أوروبا الحديثة بعضاً من الميول الواضحة. يتجه أكثرها من الجنوب الشرقي إلى الشمال الشرقي، من اليونان إلى إيرلندا. تبدو هذه الخريطة شبيهة جداً بخريطة موجة التقدم الزراعي التي وضعت على أساس خريطة انتشار الأدوات الزراعية وما شاكلها من خلال الحفريات الأثرية. كان الفلاحون يتقدمون سنوياً مسافة كيلومتر واحد تقريباً، ربما عن طريق إيجاد مزارع جديدة عند حدود تجمّعهم السكاني التوسعي. ويبدو أنهم راحوا يتزاوجون مع الصيادين المحليين، ويستوعبون جيناتهم نظراً لأنهم أكثر عدداً. بدأت هذه العملية في البلقان واكتملت بعد آلاف السنين على الأطراف الغربية لقارة أوروبا من أجل إنتاج النماذج الوراثية التي نراها اليوم. وفي الوقت الذي وصل فيه الفلاحون إلى أقصى الشمال والغرب، كانت جيناتهم قد خففت كثيراً عن طريق تمازجها بجينات الأوروبيين الأصليين. فالبريطاني يحمل من جينات الصيد أكثر مما يحمله اليوناني الذي انحدر من موجة فلاحية أقل تخفيفاً طغت على النظام الاقتصادي المبكر واستوعبت جيناته قبل ذلك بوقت طويل. ويشير الإرث البيولوجي للصيادين والفلاحين إلى أن البريطاني اليوم أوثق قرابة مع البرتغالي منه مع اليوغوسلافي. صحيح أن هذا يعيش تقريباً على البعد نفسه، ولكنه أقرب إلى المصدر الشرق أوسطي للزراعة.

تحمل الخريطة الوراثية الأوروبية بضع شذوذات مدهشة. فالباسكيون لايتطابقون أبداً مع النماذج العامة. إنهم يتميزون بعدد من الملامح الفريدة، فهم، على سبيل المثال، يحملون أعلى معدل في العالم لتكرار جينة الزمرة الدموي الريصية السلبية[1]. وتظهر الحفريات في تلك البلاد أن السكان المحليين قاوموا التقنية الزراعية على

[1] - Rhesus negative blood group.

مدى آلاف السنين. وما زالوا مختلفين عن جميع الآخرين من الأوروبيين. وقد يكون سكان الباسك أقرب إلى أسلافنا الصيادين منهم إلى أية مجموعة أخرى. واللابيون[1] مميزون جدا أيضا، ويبدو أنهم انحدروا من جماعة مختلفة من الصيادين، وما زالوا يحتفظون جزئيا بطريقة حياتهم. ويختلف سكان سردينيا إلى حد ما عن باقي الأوروبيين ويحملون ألفة للباسكيين. وقد يكون لموقع موطنهم الجزيري دور في تقليص عدد المهاجرين الزراعيين.

على الرغم من قلة المعلومات المتوفرة، يبدو أن هناك ميولا جينية، بعيدا عن مركز الشرق الأوسط، إلى الشمال الشرقي باتجاه سيبيريا، وإلى الجنوب الشرقي باتجاه الهند، وإلى الجنوب الغربي باتجاه شمال أفريقيا. وربما كانت هذه الميول أيضا انعكاسا لموجة الفلاحين التي انتقلت بعيدا عن تجمعاتها السكانية المزدهرة في كل اتجاه واستوعبت جينات السكان المحليين أثناء انتشارها.

ترك الفلاحون آثارهم الوراثية في أجزاء أخرى من العالم أيضا. فزراعة الأرز بدأت في حوض اليانغ قبل ثمانية آلاف سنة تقريبا. وخلال ثلاثة آلاف سنة، كان هناك، من فيتنام إلى تايلند وشمال الهند، فلاحون يزرعون هذه المادة. هؤلاء هم الناس الذين طوروا الزوارق التي تجوب البحار وانتشروا إلى المناطق النائية في المحيط الهادي، حيث زرعوا شجرة الخبز، والتارو، واليام، لأن الأرز لايزرع هناك. ويظهر سجل اللقاح منذ ثلاثة آلاف سنة أن أجزاء كبيرة من جاوة كانت تزرع بكثافة. وبما أنهم كانوا ينتقلون إلى أرض خالية، فإن جينات هؤلاء الفلاحين وصيادي السمك الحاليين في مناطق المحيط الهادي ماتزال مشابهة تماما لجينات أسلافهم الآسيويين. وفي أفريقيا أيضا، حدث انفجار سكاني في المناطق التي كان ينمو فها الدخن أولا. فخلف هذا الانفجار آثارا وراثية عبر أفريقيا. ويمكن تتبع أثر تحركات جينة الخلايا المنجلية عبر القارة في إثر أول الفلاحين.

لاشك في أن هؤلاء الفلاحين الأوائل وأمثالهم في باقي أنحاء العالم قد عانوا من قلق اجتماعي عندما تخلوا عن الصيد ليتحولوا إلى أسلوب حياتي قد يكون أكثر إنتاجية ولكنه قد يكون أقل إمتاعا. مع ذلك، إن أية رؤية رومانسية لماض متناسق اجتماعيا عندما يتقاسم فيه المكتفون من جامعي المؤن كل شيء هي ببساطة عبارة عن حنين لعصر ذهبي لاوجود له. ويندب فرجيل، في قصائده الزراعية، الزمن حيث "لا أسيجة تفصل بين الحقول، ولا علامات ولا حدود، مساحات مجزأة من

---

[1] -Lapps: شعب مترحل يعيش على الصيد البحري في شمال اسكنديناڤيا وفنلندة. المترجم

أراضي المشاكسين". وربما شاركه في مراثيه للماضي السعيد أولئك الفلاحون الأوائل الذين يأسفون لانصرام العصور المجيدة، عندما كانوا يتصيدون طعامهم قبل أن يزرعوه. ومهما كانت الحقيقة، فإن بداية الزراعة كانت إشارة إلى نهاية النظام الاقتصادي الذي قام، بصورة رئيسية، على الجهد الفردي وهيمن على تسعة أعشار التاريخ. وبالزراعة، هجرت جنة عدن إلى الأبد؛ وكان ذلك بداية العمل السياسي.

الفصل التاسع

9 ممالك قايين

شكل أطفال آدم وحواء عبئا عليهما. واشتهر منهم قايين لأنه قتل أخاه هابيل. وكان يتميز بشيء آخر أيضا. فبعد جيل واحد من عملية الطرد من الجنة، أصبح قايين أول رأسمالي. وجاء في العهد القديم أنه كان أول من "وضع حدودا للحقول". وبعمله هذا يكون أول من وضع الحواجز بين شعوب العالم. وراحت الحدود، منذ ذلك الوقت، تحرك المجتمع، والتاريخ والجينات.

ولا شك في أن الفكرة التي خطرت لقايين، خطرت في بال الفلاحين الأولين أيضا. فولدت فكرة ملكية الأرض مع ظهور الزراعة. ويمكن إدراك العملية اليوم عندما يتخلى الصيادون الجماعون عن أسلوبهم القديم في الحياة. فقد تحول الكبسيكيون[1] في كينيا إلى الحياة المستقرة مع ظهور مزارعي الذرة في وقت مبكر من القرن الحالي. وسرعان ما انتشر التفاوت الكبير في الثروة، ذلك التفاوت الذي نتج عن حصول بعضهم على أفضل الأراضي. فكان الفقراء يجوعون والأغنياء يزدادون بدانة عندما كانت تسوء المحاصيل. وازداد التنافس بين الذكور للحصول على شريكات، وهكذا، كانت بداية الزراعة إشارة لحملة جديدة في معركة الأجناس. فأصبح لدى من يملكون أرضا إنتاجية أطفال أكثر من أولئك الذين لايملكون. وربما تأثر الفلاحون في كل مكان بالاضطراب الاجتماعي نفسه. قد يكون نشوء الزراعة حدث عندما بدأت الطبقة الاجتماعية فعلا. ومن مسيني[2] إلى تشيلي القديمة، كان هناك، كما هي الحال اليوم، اختلاف في طول القامة، والصحة (كما يظهر في التلف العظمي في الهياكل العظمية المدفونة) بين الغني، الذي دفن مع حليه، وبين الفقير، الذي دفن مع فاقته.

---

[1] -Kipsigis: شعب من الرعاة يعيش في الغرب الأوسط من كينيا. المترجم

[2] -مدينة قديمة في جنوب بلاد اليونان اليوم. المترجم

لاشك في أن النزاعات بين الفلاحين الأوائل شملت الجدل حول من يزرع، وماذا وأين يزرع. ولم يمض وقت طويل قبل أن تتركز الملكية في أيد قليلة ويتطور المجتمع باتجاه نظام الأمم المتنافسة الذي نراه اليوم. إن أي حاجز، سواء كان جبلا، أو حدا، أو قصورا عن الفهم يحول بين الشعوب وتلاقيها وتزاوجها، سوف ينجم عنه اختلافهم. وهناك اليوم في كل أنحاء العالم تبدلات وراثية تميز الانقسامات–الحدود إلى الحقول– بين المجتمعات القديمة.

الحواجز التي تقام على أساس السياسات أمور جديدة في التطور. ويشير علم الوراثة إلى أن مانعتبره تاريخا، أي الصراعات بين الشعوب، هو حدث جديد. وقد اعتبر المؤرخون، (من العهد القديم إلى *كفاحي*)، حركة الجماهير والغزو كدليل إلى شعوب العالم. فقد حاولت عصبة الأمم، خلال سنوات الاضطراب التي أعقبت الحرب العالمية الأولى، أن تضع تعريفا عمليا لـ "الأمة". ومما يؤسف له أن يكون أفضل تعريف توصلت إليه هو أن الأمة هي "المجتمع الذي يمتلك وسائل صناعة الحرب". وخلال النصف الأول من السنوات الألف الماضية، قضت معظم الأمم الكبرى نصف وقتها في الحروب. مع ذلك، بدأت الأمم الغازية بصياغة تاريخها الوراثي فقط قبل بضعة آلاف من السنين. وقبل ذلك، كان الناس ينتقلون مع جيناتهم عن طريق الانتشار التدريجي أو الهجرة إلى أرض خالية، أكثر منه عن طريق هزيمة دولة أمام دولة أخرى.

أنشئت أول المزارع في كثير من أرجاء العالم، بما فيها وادي الأردن، في منطقة قاحلة قريبة من الأنهار. وكثيرا ماتفيض هذه الأنهار، وخصوصا نهر النيل، فتخلف الطمي بعد انحسار مياه الفيضان. ويجني المزارعون القبليون الجدد، الذين يستخدمون الأرض التي تنحسر عنها مياه نهر السنغال، مقابل جهدهم مردودا يبلغ 1500%: أي أنهم يغلون مئة وخمسين من المواد الغذائية مقابل كل حريرة يحرقونها. وهذا الرقم يضاهي محصولا نسبته 1:50 في معظم حقول الأرز المروية الكفوءة. إيراد السهل الفيضي كبير جدا، ولكنه كبورصة هونغ كونغ لايمكن التنبؤ به. ففي حين تكون بعض السنوات رائعة، يكون بعضها الآخر جافا وكارثيا. ومن تسجيل فيضان النيل، الذي بدأ منذ عام 641 م وما زال مرعيا حتى الآن، نجد هناك اختلافا يصل إلى مئة ضعف في مساحة الأرض التي تغمرها مياه الفيضان بين سنة وأخرى.

خلف هذا الوضع في السنغال الحالية نظاما طبقيا متسلطا وصارما. فبعض العائلات يمكنها الوصول دائما إلى الأراضي الفيضية حتى وإن كانت المساحة المغمورة صغيرة. بينما لايمكن لعائلات أخرى أن تزرع محاصيلها إلا عندما يكون منسوب المياه عاليا بحيث يغمر مساحات واسعة من الأرض. وتفرض سنوات الجفاف على أمثال هذه العائلات أن تحصل على غذائها من مكان آخر، وفي الأزمنة المبكرة، كان هذا يتم ربما عن طريق العودة إلى نظام الصيد والتجميع. تطورت المجتمعات المستقرة المبكرة، لامن أجل العمل على زيادة كفاءة الفلاحة، بل لمواجهة المخاطر. فالمعركة الوحشية التي يختلط فيها الحابل بالنابل في سبيل أفضل أرض، خلال سنة سيئة، كانت خطرة ومكلفة؛ فتطور المجتمع كوسيلة للتغلب على الالتباس.

قبل عشرة آلاف سنة، كان النطوفيون، أحفاد المزارعين الأوائل في وادي الأردن، ينشئون قراهم ببيوت خشبية. وفي غضون ألف سنة، وربما قبل ذلك، أنشئت قرى كبيرة جدا في بلاد مابين النهرين. ولم يستغرق التقدم الحضاري سوى بضعة قرون فقط قبل أن يصل إلى المدى الذي أقيمت فيه الأسوار، والخنادق، وأبراج المراقبة حول المستوطنات. وبدأت الحرب تمثل دورها الذي ماتزال تحتفظ به منذ ذلك الوقت. فقد كان الفلاحون يجبرون على مغادرة قراهم المبكرة عن طريق انتزاع أراضيهم وضغط العدد. وكانوا في بلاد مابين النهرين ينتقلون إلى سهول حارة وجافة بعيدة إلى حد ما عن نهري دجلة والفرات. وسرعان مابدأت تقوم دول المدن المبكرة؛ ربما بسبب الحاجة إلى التنظيم الذي بدأ باختراع نظام الري. ويجري تقسيم الإنسانية لأول مرة عن طريق حدود سياسية أكثر منها فيزيائية. تظهر الأنماط الوراثية في العالم الحديث أنه منذ ذلك اليوم كان التعصب أحيانا، كالجغرافيا، عائقا فعالا في سبيل تدفق الجينات.

ونجح رأسماليو تلك الأيام، كرأسماليي هذه الأيام، عن طريق التقنية. فقد وجدوا أن أسنان الخيول التي اكتشفت في سريدني ستوغ، في أوكرانيا، كانت مكسرة، مما يشير إلى أنهم كانوا يستخدمون الشكائم لتوجيهها. زاد ركوب الخيل من الحركة وساعد الناس على العمل معا لنهب موارد الآخرين. وقد ظهرت قدرة الحصان في الغزو عندما نجح عشرات الأسبانيين فقط في تدمير حضارتي الأنكا والآزيتيك ونجاح المغول في الاستيلاء على هنغاريا. وقامت حضارات أوروبا الشرقية، بعد ظهور الفرسان مباشرة، ببناء الأسوار الدفاعية حول مدنها. وخلال عدد قليل من السنوات، انهارت مجتمعاتها.

وكانت هناك مدن كبيرة في بلاد ما بين النهرين حوالي 3600 ق.م. فقد بلغ عدد سكان أوروك عشرة آلاف نسمة، وتضاعف هذا الرقم خمس مرات خلال ألف سنة. ويعزى توسع تلك المدينة، جزئياً، إلى الحرب. ثم إن عشرات القرى كانت تُهجَر بسبب انتقال سكانها إلى المدن الجديدة. كانت دول المدن السومرية، وهي أولى الكيانات السياسية المنظمة في التاريخ، مصدراً للكتابة والنقل بالعربات ذات العجلات. وكانت عندهم طبقة كهنوتية وأرستقراطية؛ وجماهير دون أرض طبعاً. ولكن سوء الإدارة هو الذي عجل من سقوطهم. ومع تواصل نظام الري، ازدادت ملوحة الأرض، وفي آخر سنوات سومر، هبط إنتاج المحاصيل إلى ثلث طاقته. وأخيراً، هُزِمَت أولى تلك الوحدات الوطنية أمام واحدة من أولى الأمبراطوريات، هي امبراطورية الأكاديين، الذين هاجموها من الشمال.

وانتهت مدن أخرى قديمة بسبب سوء التخطيط. ففي الأردن، تحيط اليوم بمدينة البتراء المهجورة أميال من صحراء قاحلة. وقد صمد الدليل على سقوطها بطريقة تدعو إلى الاستغراب. فالوَبْر، وهو حيوان ثديي صغير بحجم خنزير الهند تقريباً، يعيش في أكمات جماعية. وله عادة فريدة في لصق بيوته مع بعضها بعضاً بوساطة البول، الذي يجف فيشكل غراء كريهاً لكنه فعال. ويحتفظ أيضاً بالبذور التي كان يتغذى عليها سلفه. والبتراء، فوق مرتفعها، كانت محاطة بغابات الأرز والصنوبر. ولكن هذه الأشجار احترقت. فتحولت إلى أراض رعوية، راحوا يزرعونها بكثافة. وتصحرت خلال بضعة قرون. ولا شك في أن سكان البتراء هربوا منها في أواخر أيامها وهم يحملون معهم جيناتهم.

ومن سوء الحظ أن أحدا لم يحاول دراسة أنماط الجينات عند السكان الحاليين في العراق أو الأردن، فقد يكون بعضهم أحفادا للسومريين أو البتراويين القدامى. وعندما يتم ذلك، فإن الآثار الوراثية لهذه الحوادث التاريخية المبكرة قد تكشف عن ذاتها. وقد خلفت المجتمعات الأخرى المبكرة، والانقسامات بينها، آثارا بيولوجية ما تزال مستمرة حتى اليوم.

بعد انهيار السومريين مباشرة، ظهرت في بلاد الإغريق الدولة المدينية أو دولة المدينة. وتقوم فلسفتها–واسمها– على أساس السياسات الحديثة. وتروي الإلياذة والأوديسة قصة الحروب بين أول المدن، ومن بينها كورنثة، واسبارطة، وأثينا. وبعد

إنشاء تلك المدن بوقت قصير، دخل الأغريق عصرهم الكلاسيكي. وكان ذلــك نصــرا ليس فقط بالمعنى الفني، بل أيضا بالمعنى الاقتصادي والسياسي. فقبل ثلاثة آلاف ســنة، كانت بلاد الإغريق من أكثر الأقطار الأوروبية كثافة سكانية. وقد توسع شعبها الجســور ليشكل اليونان الكبرى، وهي امبراطورية امتدت من القوقاز إلى أسبانيا. وقــامت فــي جنوب إيطاليا أربعون مدينة أغريقية، منها سيراكوزا، التي كانت في حينه أكبر مدينة في العالم، وسيباريس، التي كانت مضرب المثل في الغنى.

كان للتوسع تأثيرات بيولوجية يمكن إدراكها حتى الوقت الحاضر. فنمــاذج الزمــر الدموية والإنظيمات تظهر أن الإيطاليين والصقليين في جنوب إيطاليا يتميزون وراثيــا عن مواطنيهم إلى الشمال. ويشتركون، بسبب تاريخهم، بكثير من الجينات مع الســكان في اليونان الحديثة. وتبقى جينات أول الدول الأوروبية كشاهد على ماضيــها. ويديــن الساردينيون أيضا ببعض صفاتهم المميزة إلى دولة قومية قديمة. فهم قريبون جدا إلــى اللبنانيين الحاليين، الذين يشغلون اليوم بلد الفينيقيين، الذين كانوا أكبر التجار في البحــر الأبيض المتوسط.

وما زال اليونانيون الحاليون، على خلاف السومريين والفينيقييــن، يتواجــدون هنــا وهناك، كأنما ليذكروننا بماضيهم. ففي الوقت الذي كانت فيه امبراطوريتهم قائمة، كــان هناك نظام اقتصادي آخر عائم في وسط إيطاليا. إنه نظام الأتروسكيين، الذين يضــرب بهم المثل اليوم في خمول الذكر. كانوا يعيشون في مدن يقطنها حوالي نصــف مليــون نسمة، وكانوا عمالا مهرة في صناعة المعادن، واستنادا إلى ما قاله جيرانــهم اللاتيــن، كانت شخصياتهم أنثوية وحالمة. ربما كــانوا حــالمين فعــلا، مــع ذلــك، توســعت امبراطوريتهم لفترة قصيرة حتى أنها ضمت روما بالذات. ولكنهم لم يخلفوا تقريبا أيــة بقايا أثرية. وليس هناك أكثر من كلمة توسكانيا (التي تشير إلى ارضهم الأم)، وبعــض المنحوتات الغامضة التي تحمل الابتسامة الأتروسكية المميزة، وبعض النقوش. وهنــاك أيضا هدف غريب، إنه كبد شاة من البرونز مغلف بوساطة رسائل كان يستخدمه الكاهن كسلة وهو ينتزع أحشاء الحمل الضحية. هذه الإشارات هي كل ماعرفناه، حتى اليــوم، عن الأمة الأتروسكية.

واليوم، أصبحنا نعرف بأن إرث تلك الأمة لم يضع. فهناك بين نهري آرنو والتيــبر، اللذين يحيطان بــ أمبريا الحديثة، منطقة مميزة وراثيا عن جيرانها. وتحتفظ ببعض مــن

جينات الأتروسكيين. فإرثهم البيولوجي مازال حيا عند أحفادهم، على الرغم من اختفاء لغتهم وثقافتهم.

هناك كثير من الحركات الأخرى التي كانت مهتمة بالتجارة أكثر من اهتمامها بالغزو. وكثيرا ماكان التجار يخلفون وراءهم بطاقات زيارة وراثية. فطريق الحرير كان يمر من المدينة الصينية القديمة شانغان إلى البحر المتوسط. وبقي طريقا تجاريا لأكثر من ألفي سنة، ومثل في معظم هذه الفترة، الشريان الرئيسي للتبادل الثقافي. فالحرير الذي عبر من الشرق إلى الغرب، جاء مقابله القطن، والرمان والبوذية. وفي الصين الحديثة توجد بعض الاختلافات الوراثية في الهيموغلوبين، أي الصباغ الدموي الأحمر، الذي هو شائع في مكان آخر من العالم (انظر ص 28). وعلى طريق الحرير اليوم، يكشف دم الشعوب أثر جينات هيموغلوبينية مختلفة نشأت حول البحر الأبيض المتوسط وانتشرت مع التجار على امتداد هذا الطريق القديم. وعند نهايته الغربية في الصين، يحمل واحد من كل مئتي شخص تقريبا هيموغلوبينا[1] شاذا في حين يهبط هذا المعدل عند نهايته الشرقية إلى واحد في الألف.

وهناك شتات تضمن هجرة شعبية قسرية. فقد نقل ستالين آلاف الناس من كريميا إلى آسيا الوسطى؛ وتتحرك اليوم بعض الأقليات في أوروبا الشرقية بعد انهيار أنظمتها الشيوعية. قد تخلف هذه الهجرات عقابيل سيلمسها علماء الإنسان في المستقبل (مع ذلك، يبدو أن اضطرابات الماضي، في البلقان على الأقل، أدت سابقا إلى تمازج وراثي كبير إلى درجة أن الحدود العرقية لا تعكس تبدلا وراثيا على الرغم من أنها كانت سبب الصراع).

وتتضح قدرة اللغة في تعريف الأمة ومنع التزاوج على أفضل وجه بقوانين كيلكيني التي صدرت في عام 1367. في ذلك الوقت، كان الإنكليز قد أخضعوا فقط ذلك الجزء من إيرلندا حول دبلن، وكان يعرف تحت اسم بيل. وكل ماكان أبعد منه اعتبر متوحشا. فحذرت السلطات من تطاول السكان المحليين، الذي وصل إلى حد التزاوج مع المستعمرين الإنكليز. فأعلنت القوانين "...اليوم، في الأرض المذكورة آنفا، يعيش كثير من الإنكليز، الذين يتخلون عن لغتهم، وعاداتهم، وأسلوب ركوبهم، وقوانينهم وأعرافهم ويسوسون أنفسهم وفقا لعادة، وأسلوب، ولغة أعدائهم الإيرلنديين، وعقدوا أيضا زيجات ومصاهرات عديدة بينهم وبين الأعداء

الإيرلنديين، التي عن طريقها تعرضت الأرض المذكورة آنفا وشعبها التابع، واللغة الإنكليزية، والولاء المطلوب لمولانا الملك، والقوانين الإنكليزية إلى التبعية والانحطاط، وارتفعت منزلة أعدائنا الإيرلنديين واشتد ساعدهم على عكس المنطق.... ولهذا السبب، إذا استخدم أي إنكليزي أو إيرلندي يقيم بين الإنكليز اللغة الإيرلندية، فإنه سوف يجرد من حقوقه المدنية وتؤول أراضيه إلى مليكه". وما تزال الحكومة الإيرلندية تناضل في سبيل إنقاذ لغة الغيليين (الغيلتشت) المنقرضة تقريبا؛ وفي التجاوب مع الهاجس التاريخي شمالي الحد، ولم يرفع الحظر عن استخدام الأسماء الغيلية للشوارع قبل عام 1992. وعلى مدى ستمئة سنة، حاولت أمتان تتشاطران جزيرة صغيرة المحافظة على عزلتهما الاجتماعية عن طريق استخدام اللغة؛ وهي محاولة بقيت حية، على نحو غير مألوف، بعد موت واحدة من اللغتين المعنيتين.

أي كيان، سواء كان لغة أو جمعية جينية، يبقى معزولا عن أقرانه، سيباشر تطوره بعيدا عنهم. وهناك تشابه بين عمليات التطور البيولوجي والعمليات التي تنتج لغات جديدة من أصل مشترك. في هذه الناحية، يبدو أن هناك كثيرا من التشابه بين التبدل اللغوي والتبدل البيولوجي. فالحواجز اللغوية تعمل على تعويق حركة الجينات، والحواجز بالذات قد تشير إلى مرحلة وراثية. وأكثر من ذلك، تبدو الأشجار العائلية للغة مماثلة جدا للأشجار العائلية التي توضع على أساس المشاركة في الجينات وكأنها تشير إلى تاريخ مشترك.

هناك، في العالم، حوالي من خمسة آلاف لغة مختلفة، وانقرض كثير غيرها كاللغة الأتروسكية. واللغات، كالجينات، تتطور لأنها تكدس طفرات. وتتبدل بعض الكلمات بسرعة في حين يكون بعضها الآخر محافظا أكثر. وعلى الرغم من المزاعم التي انتشرت في القرن التاسع عشر حول إمكانية ألا يفهم الإنكليزي والأمريكي بعضهما خلال مئة سنة، فإن معظم اللغات تحتفظ فترة طويلة من كيانها بما يكفي لكي تكون، كالجينات، أدلة حول الماضي وحول تاريخ الحواجز ضد التزاوج.

لا يمكن أحيانا، إلا في حالات نادرة، ملاحظة الحواجز اللغوية. ولهذه الغاية، يمكن تقسيم إنكلترا إلى مناطق نحددها على أساس لفظ أو عدم لفظ الحرف الأخير r في كلمات مثل Car. فهناك من يستطيع أن يلفظه، كما في ويلز، ومرسيدس،

ولكن الكثيرين من سكان كورنوول، أو لنكولنشاير أو نورثمبريا (وعددا كبيرا من الأمريكيين) يلفظونه. يبدو هذا الأمر عاديا. ولكن هذه الاختلافات الطفيفة قد تتراكم حتى تشكل حاجزا في سبيل تبادل المعلومات وظهور لغة جديدة، وكثيرا ما يتولد شعب جديد.

نلمس هذا في كافة أرجاء أوروبا. ففي إيطاليا، هناك عدة لهجات، بعضها يرجع كلمات معينة إلى ماضيها الأغريقي. واللهجات تعكس التاريخ أيضا على نطاق أوسع. لم يعد بإمكان مزارع برتغالي أن يفهم شخصا من سكان البندقية أكثر مما نفهمه نحن، ولكن يمكنه أن يتحدث مع جاره الأسباني، وهذا يمكنه أن يتحدث مع قريبه القطلاني، وهذا بدوره يرتبط بإيطاليا عن طريق استخدام لهجة اللانغدوك في الجنوب الفرنسي.

يمكن أحيانا تخمين الأصل التي تلفظ على أساسه اللغات السلفية. فعلى سبيل المثال، تبدو القرابة واضحة بين كلمات مثل Father و Pere. لأنها انحدرت كلها من الكلمة نفسها، التي تلفظ مثل P'ter؛ وتعني أن العبارة "God the father" يمكن أن تبدو مثل Deus patris و Jupiter أو، في السنسكريتية،، مثل Diu piter.

تظهر الشجرة العائلية للغات الأوروبية أن هذه اللغات كلها تقريبا قريبة لبعضها بعضا. وتتضمن هذه المجموعة، أي العائلة الهندو-أوروبية، اللغات الهندية، مثل البنغالية واللغات المنقرضة مثل السنسكريتية. وقد ميز وجودها، في عام 1786، السير وليم جونز الذي رأى أن الأغريقي، واللاتيني، والسنسكريتي "كلهم نشؤوا من مصدر ما مشترك ربما لم يعد له وجود". وتنتمي اللغات الفلندية، والهنغارية، والتركية، والمالطية إلى عائلات لغوية أخرى، ولكن نصف سكان العالم يتكلمون اليوم لغة هندو-أوروبية كلغة أولى.

تظهر الخريطة السياسية لأوربا الحديثة قدرا كبيرا من الحواجز القومية. ولكن خريطة لغاتها تبدو متشابهة بشكل عام. فمعظم الفرنسيين يتكلمون الفرنسية، ومعظم الألمان يتكلمون الألمانية. واللغة دليل حول التاريخ وقوة للتماسك القومي، وتشكل أيضا حاجزا في سبيل حركة الشعوب، وتقلص فرص التزاوج وانتشار الجينات بينها، وهذا هو عملها على مدى آلاف السنين. فعلى سبيل المثال، نعرف من الكتاب المقدس مصير سجين أفرايمي أخذه الجلعاديون: "كان رجال جلعاد يقولون له، هل

أنت أفرايمي فإن قال لا كانوا يقولون له،قل إذا شبولت فيقول سبولت ولم يتحفظ للفظ بحق فكانوا يأخذونه ويذبحونه"[1].

وتظهر خريطة وراثية لأوروبا أن الحدود بين اللغات يمكن أن تكون مناطق تبدل وراثي. ففي ويلز، هناك اختلافات وراثية بين من يتكلمون الويلزية والإنكليزية. ويمكن ملاحظة هذا، بشكل خاص، فيما يدعى عادة بمبروكشاير، وهي منطقة مازال يشار إليها بوصفها "انكلترا الصغرى فيما وراء ويلز"، لأن معظم سكانها يتكلمون الإنكليزية. قام الملك هنري الأول، في عام 1108، بنقل جماعة من الصناع من ضفاف الـ تويد إلى هناك لتأسيس صناعة نسيجية. فانتهى موطنهم الجديد الناطق بالإنكليزية عند حد واضح، هو لاندسكر. وكان هذا، حتى إلى ماقبل قرن مضى، يشكل حاجزا في سبيل التزاوج، باستثناء زواج واحد من بين كل خمسمئة زواج يعقد عبر خط الفصل. وما زالت الزمر الدموية عند أحفاد المهاجرين، حتى بعد وصول أجدادهم بثمانمئة سنة، تختلف عن مثيلاتها عند جيرانهم الذين يتحدثون الويلزية.

وبالطريقة نفسها، يختلف سكان أوركناي (لغتهم المحلية لغة اسكندينافية) وراثيا عن السكان في باقي سكوتلندا. وحتى اللهجات يمكن أن تميز الحدود البيولوجية. ففي فرنسا، هناك درجة وراثية صغيرة بين من يتحدثون اللانغدوك في الجنوب ومن يتحدثون اللانغدويل في الشمال. فالجينات واللغة ترويان القصة نفسها عن التاريخ.

ولكن الاتفاق لا يكون كاملا دائما. فبلاد البلقان تحتفظ بتاريخ صاخب للحركة والغزو اللذين طمسا أية قرابة بين الوحدات اللغوية الوراثية. ويتكلم الهنغاريون أيضا لغة مميزة جدا، على الرغم من أنهم متقاربون جدا مع جيرانهم من الناحية البيولوجية. فقد فرض الغزاة المجر، القادمون من الشرق، لغتهم على رعاياهم، ولكنهم لم يؤثروا على جيناتهم لأنهم كانوا قلة. وكانت هناك، في بعض الأمكنة، درجات وراثية ضمن الجماعة التي تتحدث اللغة نفسها. وقد يكون هذا أثرا من تاريخ استيطان المهاجرين الاسكندينافيين في غرب أيسلند، والذين اصطحبوا معهم زوجات وخدما من إيرلندا.

---

[1] – سفر القضاة-الإصحاح الثاني عشر. المترجم

يبدو أن لغة الباسك، كجيناتهم تماما، لا ترتبط بأية لغة أخرى. فقد كتب المؤلف اللاتيني *ميلا*، في القرن الأول، حول حيرته فيما يخص أسماء الناس والأنهار التي ليس لها معنى في أي لغة معروفة لديه. وفرانسيس غالتون نفسه، الذي كان يقضي عطلته في بلاد الباسك، يستذكر "خرافة أن الشيطان نفسه جاء إلى هنا زائرا. وبعد ست سنوات ترك البلاد يائسا لأنه لم يستطع أن يتعلم لغة الباسك ولا أن يعلمهم لغته". ويعبر عن مشكلة الشيطان، التي يشاطره إياها الكثيرون منا، مثل باسكي عسير فهمه:

"Oinaak zcwbitzatzen du eskua, eta eskuak oina"

ومعناه "القدم تخدم اليد واليد تخدم القدم". قد تكون اللغة الباسكية أخر بقية من لهجة أوروبية قبل الزراعة. وليست هناك لغة قريبة منها سوى تلك اللغة التي يتحدثها الناس المنعزولون فيما كانت تدعى، حتى عهد قريب، جيورجيا السوفييتية. ويعتقد كثير من الجيورجيين أن طوبال، حفيد نوح، هو الذي نقل لغتهم إلى بلاد الباسك، والإجراءات قائمة لإيجاد باسكي يرث عرش جيورجيا المستعاد.

عاش الباسكيون آمنين في جبالهم يقاومون محاولات الغزاة لاستيعابهم، ولذلك بقيت لغتهم، لغة الصيادين-الجماعين، على قيد الحياة. لقد اكتشف هيكل إنسان كرومانيون بالذات في جزء من فرنسا كان (وفقا لأسماء الأمكنة) باسكيا. وليس من المستحيل أن كانت هناك قرابة لغوية، وربما وراثية أيضا، بين إنسان كرومانيون، أحد الأوروبيين الأوائل، وبين الباسكيين الحاليين. هذه البقية الآخيرة من نظام اقتصاد الصيد الأوروبي باتت مهددة. إذ تمتد الجينات الباسكية اليوم إلى مديات أبعد من امتداد اللغة: شرقا إلى زراغوزا في أسبانيا، وشمالا إلى فرنسا. كان نظام هذه البقية قد انهار قبل زمن طويل. واليوم، قد تعاني لغتها (التي يتحدثها نصف مليون من الناس) وثقافتها من ضغط المجتمع الحديث. وقد يحدث لها ماحدث للباسكيين، الذين كانوا يتكلمون أيضا لغة ليست هندو-أوروبية، فتتخلى سريعا عن جيناتها.

هناك طبعا كثير من الحالات التي تعلمنا فيها الجينات حول الأسلاف أكثر مما نعرفه بوساطة اللغة. والسبب في ذلك، هو أن الجينات تصمد مدة أطول ويمكنها أن تقول ماهو أكثر عن الماضي. نجد هذا عند الأتروسكيين والباسكيين، وخلال فترة أقصر بكثير، عند البريتونيين المعاصرين؛ الذي جاء أجدادهم من أوروبا، وأفريقيا، والهند وحتى من الصين، مع ذلك، فالإنكليزية هي لغتهم عموما. لاريب في أن

الكتب، والأفلام، والتلفاز سوف تطمس، بمرور الزمن، الروابط بين الجينات واللغة، لولا أننا مازلنا في طور من التاريخ فيه من الماضي اللغوي مايكفي لمساعدتنا على تخمين تطور تلك الروابط. وتشير بعض التخمينات إلى البدايات المباشرة للنطق وربما إلى أصل الإنسان الحديث بالذات.

من أين جاءت اللغات الهندو-أوروبية؟ اللغة الحثية هي أول أعضاء هذه المجموعة، وكانت تكتب بشكل إسفيني، ويتحدث بها الأتراك منذ أربعة آلاف سنة. ولكن اللفظ في اللغات الهندو-أوروبية الحديثة قد يختلف كثيرا. فعبارة "أبانا، الذي في السماء"

في الإنكليزية:	Our father who art in heaven
وفي الويلزية:	Ein Tad yt hwn wyt yn y ne foed
وفي اليونانية:	Petera mas pou eisai stous ouranous
وفي الروسية:	Otchc nash, suscij na nebesach
وفي الهندية :	Hchamarc svargbast pita

مع ذلك، يمكن اكتشاف كلمات مشتركة لأشياء تستخدم على نطاق واسع واستخدام تلك الكلمات لتخمين مكان ولادة اللغات. فهناك عدة عبارات مشتركة فيما يخص الحيوانات الأهلية والمحاصيل. فالكلمة الهندو-أوروبية القديمة Owis التي تدل على الشاة، كانت اشتقت من كلمة Ovis اللاتينية، وAvis السنسكريتية، وEwe الإنكليزية. وCow كانت Kou، وWater كانت Yotor. وهناك أيضا كلمات مماثلة تستخدم للقمح، والنير، والحصان، والعجلة.

ربما كان الهندو-أوروبيون في وقت مبكر مزارعين، حملوا لغتهم معهم أثناء انتشارهم. ولكن هذه الفكرة لاتحظى بالإجماع، ويبقى حتى الموضع الذي عاشوا فيه عرضة للشك. لاريب في أن لغتهم بدأت قبل الاحتفاظ بأول سجل بوقت طويل. ويظن بعض علماء الإنسان أنهم يمثلون موجة غزت الشعب القرغاني قادمة من سهوب البونت، في شمال وشرق البحر الأسود. وتشمل هذه المنطقة أراضي ثقافة سريدني ستوغ، وهم من أوائل الخيالة، وكانت تلك الغزوات قد بدأت حوالي 4500

ق.م–بعد بداية الزراعة بوقت طويل. ويقول رأي آخر بأن الهندو–أوروبيين بدأوا غزوهم قبل هذا التاريخ وحملوا الزراعة معهم عندما هاجروا من آسيا الصغرى (بما فيها تركيا الحالية) قبل القرغانيين بثلاثة آلاف سنة. ولكن الدليل الوراثي لايشير بشكل واضح إلى تركيا أو السهوب كمصدر للهندو–أوروبيين. وربما كانت بعض الشعوب الهندو–أوروبية المختلفة جدا، وبعض اللغات، التي تشكل جزءا كبيرا من أوروبا الحديثة، قد بدأت تباعدها عن بعضها بعضا قبل أن تنطلق من مواطنها الأصلية في الشرق. فإذا كان هذا صحيحا، فإنه سيكون صعبا معرفة الأمة، في حال وجودها، واللغات التي كانت سالفة الأوروبيين الحاليين.

الغزو الذي اجتاح أوروبا انطلق من الشرق، وتشهد على ذلك اللغة، وعلم الآثار والجينات. والصلة بين حركة الزراعة، والجينات واللغة وبين الأمم المتنافسة واضحة في مكان اخر في العالم الحديث. فالزراعة كانت تنتقل غالبا إلى أرض خالية–أو بالكاد مسكونة–أكثر من انتقالها إلى أرض يقوم عليها نظام صيد مزدهر كما كانت عليه الحال في أوروبا. وعندما عمر مزارعو الأرز حول حوض اليانغ في الشرق الأقصى، المحيط الهادي، اصطحبوا معهم لغتهم إضافة إلى جيناتهم. فكانت أسرة اللغات الأوسترونسيانية هي الأوسع انتشارا، لأنها انتشرت من مدغشقر إلى هاواي وجزيرة إستر. وفي أفريقيا، انتشر المزارعون جنوبا، فعمروا الأرجاء الغربية والشرقية من أفريقيا بسكان يتكلمون لغة البانتو.

في هذه الأيام، تتضمن معظم التحسينات التقنية المهمة، من الكتاب المطبوع إلى الهاتف المتنقل، وسائل جديدة لتحقيق الاتصال بين الناس. هذا الاتصال بالذات سوف يؤدي إلى تآكل الدول القومية التي صاغت تاريخها منذ أيام المزارعين الأوائل. ففي العصر الحاضر، يمكننا أن نتحدث مع أي شخص في العالم حالما يتمكن من الوصول إلى جهاز الهاتف. ويوحي العمل الجديد بالنماذج العالمية للغة بأن أول تقدم اجتماعي ربما تضمن أيضا جزءا من تقنية الاتصال.

يمكن استخدام نماذج التبدل الوراثي التي تراكمت خلال طفرة عبر المئة ألف سنة الماضية لإعداد شجرة عائلية لشعوب العالم. الأفارقة من غصن مميز وقديم في السلالة ومجموعة الهنود الأمريكيين، جنبا إلى جنب، مع أسلافهم الآسيويين، أما أستراليا وغينيا الجديدة ففرع منفصل. ويمكن أيضا إعداد شجرة لأسرة اللغات بالطريقة ذاتها. فنجمع الإنكليزية، والألمانية، والبنغالية مع بعضها في أسرة أوروبية

هندية، والصينية واليابانية في زمرة مختلفة. الشجرة اللغوية التي وضعت على أساس قلة قليلة من الكلمات-واحدة، اثنتين وثلاث؛ رأس، وأذن وعين؛ أنف، وفم وسن وهكذا-تبدو شبيهة جدا بالخريطة التي تستخدم مزيدا من المفردات الأكثر اكتمالا. وتستخدم بنجاح كبير قوائم الكلمات المحدودة هذه لتصنيف اللغات المعروفة على نطاق أضيق (كلغات أفريقيا والعالم الجديد).

أثير جدل مؤخرا بزعم أنه يمكن، بهذه الطريقة، تصنيف كافة لغات العالم فقط إلى سبع عشرة أسرة مميزة، مع ثلاث لاغير للغات المحلية في الأمريكتين والتي يبلغ عددها مايقرب من ألف؛ ونصنف في مجموعة واحدة، هي مجموعة الهنود الحمر، لغة الأسكيمو-أليوت في أقصى الشمال، ونا-دين في جنوب ألاسكا وكندا وكل اللغات في جنوب بتاغونيا. يتناقض التوزع الواسع لهذه الأسرة الوحيدة مع نموذج التوزع في بابوا نيو غينيا، حيث يوجد في حيز أصغر بكثير مايقرب من ثمانمئة لغة، وأكثرها لاتربطه أية قرابة. إنها أكثر من صدفة أن يظهر علم الوراثة النموذج نفسه عند من يتحدثون لغات الأمريكتين وعند من يتحدثون لغات بابوا نيو غينيا: الأمريكيون متشابهون تقريبا من الناحية الوراثية، بينما يختلف البابوانيون إلى حد كبير بين واد وآخر. وأهم تركيز للاختلاف اللغوي موجود في القوقاز، بين البحر الأسود وبحر الخزر. فهناك، في منطقة واحدة فقط، أربعون لغة مختلفة جدا، أي ضعف ماهو موجود في بريطانيا، حتى إن بعض تلك اللغات محدود في قرية واحدة فقط. وهناك مايشير إلى رابطة مع مجموعة نا-دين الأمريكية والتيبتية. ومن سوء الحظ أننا لانعرف شيئا عن علم الوراثة في القوقاز.

يمكننا أن نضع شجرة تبين القرابات بين كافة لغات العالم وأن نغالي في تخميننا لبعض الكلمات الأصلية في قاعدة كل لغة. فقد حاول اللغويون الروس إعادة بناء اللغة النوستراتية، وهي لغة عمرها اثنا عشر ألف سنة يظن أنها سليفة اللغة الأوروبية-الهندية وقريباتها. وتتضمن هذه اللغة أسرة ألمو-درافيديان التي يتحدثون بها في أجزاء من الهند واللغات الألطائية التي تضم المجموعة التوركية والمنغولية والأفروآسيوية التي يتحدثون بها في النصف الشمالي من أفريقيا. وأعادوا بناء أكثر من ألف من الكلمات "الجذرية". واحدة من هذه الكلمات مثلا كلمة Tik، مقابل إصبع Digit، وإصبع Finger، وأبخس Toe. وواحدة أخرى هي Kujna، مقابل كلب Dog.

وليس هناك كلمات مشتركة على نطاق واسع للتعامل مع الزراعة، مما يوحي بأن هذه اللغة الأصلية قد تكون اشتقت فعلا في زمن سابق لظهور الزراعة.

ومما يثير الدهشة فعلا، أنه عندما توضع شجرة للغات العالم بجوار شجرة وراثية، تبدو الشجرتان متشابهتان إلى حد ما. وتنتهي كلتاهما إلى الجذر نفسه في أفريقيا وتظهران الانفصال نفسه بين الشعوب الأسترالية والآسيوية. ولربما يثبت هذا أن اللغة نفسها ترقى إلى البداية الفعلية للجنس البشري. وظهور الكلام يحدد بداية القفزة الهائلة التي حدثت في سرعة نقل المعلومات. فلو طلب منا أن نشرح معنى جملة، حرفا حرفا، لاستغرق هذا وقتا أطول عشر مرات من الوقت الذي يستغرقه نقل المعلومات إياها عن طريق الكلام. وتظهر آفة الأصم والأبكم في المجتمع الحديث مدى اعتماد الحياة على ملكة الكلام. ويصعب علينا أن نتصور وجود مجتمع يمكن أن يعمل من دونها. تظهر الهياكل العظمية للإنسان الحديث المبكر حدوث تبدلات في شكل الجمجمة وموضع الحنجرة، مما قد يشكل دليلا على المقدرة المبكرة على صوغ الصوت الملفوظ. توحي هذه المقدرة ، والتوافق بين جينات ولغات اليوم بأنه قد يكون الكلام، في المقام الأول، هو الذي جعل بني البشر بشرا.

كان شلي[1] يأخذ بمثل هذا الرأي: جعل بطله في ***بروميثيوس غير المكبل***، "يمنح الإنسان الكلام، والكلام أبدع الفكرة". ولكن هذا الرأي لم يحصل على إجماع. إذ يرى بعض علماء الإنسان أنه كان حتى لإنسان نياندرتال لغة معقدة جدا ويفترض أنها اختفت كليا مع انقراضه. وهناك إشارة إلى أن اللغة بزغت قبل ذلك بكثير. فالقردة، في تجمعهم، يقضون معظم الوقت في تنظيف بعضهم بعضا ليظهروا لرفاقهم أنهم ينتمون إليهم. فلو عمد الإنسان المبكر إلى تطمين رفاقه كما تفعل القردة، لتوجب عليه أن يقضي نصف وقته في التنظيف، بسبب حجم كل عصبة من عصائب الصيد. والكلام، حتى لو كان بدائيا، أفضل بكثير لتهدئة الرفاق من اللمس. وقد تكون الكلمات الأولى تحديدا هي كلمات مؤاسية وسبقت سليفات لغات اليوم بوقت طويل.

---

[1] -بيرس بيتش شلي (1792-1822)، شاعر إنكليزي رومانسي مات غرقا. المترجم

ما من أحد يمكنه أن يعيد تركيب اللغة النياندرتالية ويتحدث بها، هذا إن كانت هناك مثل تلك اللغة. وهناك مزاعم كثيرة حول لغة جنة عدن. فقد كان بيكانوس، الفيلسوف الألماني من القرن السادس عشر، مقتنعا بأن تلك اللغة هي الألمانية القديمة، وأن العهد القديم ترجم عنها إلى العبرية (مع أن شارل الخامس الأمبراطور الروماني المقدس قال إنه يتكلم بالفرنسية إلى الرجال، وبالإيطالية إلى النساء، وبالإسبانية إلى الإله وبالألمانية إلى الجياد). وقد تتهيأ الفرصة، عما قريب، لاكتشاف الحقيقة. فالمستحاثات والجينات تقدم لنا أدلة حول مكان وزمان لقاء ادم وحواء؛ وفي المدى المنظور، قد نتمكن من تخمين ما قالاه لنسلهما الجوال.

الفصل العاشر

10 خبير داروين في الاستراتيجية

يعرف من يراقبون الطيور في الولايات المتحدة أن للعصفور الدوري الشائع هناك، وهو نفسه الذي يحجل هنا وهناك في الحدائق الإنكليزية، جسما أكبر وقائمتين أقصر في الشمال منها في الجنوب. ويصح الشيء نفسه على عصافير الدوري في شمال أوربا وجنوبها. ويرى القائلون بنظرية الخلق (هناك أكثر من مئة مليون منهم في الولايات المتحدة) في هذا ترتيبا إلهيا للأشياء بحيث يتكيف كل نوع مع تدبير الطبيعة؛ فالأمكنة الباردة، أينما كانت، تتطلب تغييرا بارعا في خطة الإله.

إذا كانت هناك خطة، فإنها كما يبدو، تعمل بالطريقة نفسها بالنسبة للإنسان. فالناس في أقصى الشمال أقصر أذرعا وسيقانا وأجسامهم أكثر اكتنازا مما يكون عليه أمثالهم في المناطق الحارة. ولهذا السبب تدهورت الأرقام القياسية في سباق المسافات الطويلة في الألعاب الأولومبية بعد أن راح يشارك فيها الرياضيون ذوو السيقان الطويلة من شرق أفريقيا. كان الفلاسفة، قبل داروين، يعتبرون قدرة الأفارقة على مواجهة الحرارة، وسكان الأسكيمو على مواجهة البرد دليلا رائعا على الفعل الإلهي. ولعل الخالق أراد من جعل كل شعب يتكيف مع موطنه أن يبين مدى براعته في التصميم. احتج بوجهة النظر هذه في القرن التاسع عشر رجل دين، هو وليم بلاس، عندما قال: إذا وجد أحدنا ساعة، وكانت جميلة التصميم، عندئذ يمكنه أن يسلم بوجود صانعها. وكمال الإنسانية يثبت، بالطريقة نفسها، وجود الإله. تبدو هذه الحجة وجيهة جدا إلى درجة استحوذت فيها على المشاعر بشكل يتجاوز المعقول. ويعبر فولتير عن ذلك، في ***كنديد***، بأسلوب ساخر مع الدكتور بنغلوس وابتهاجه لرؤية الكمال الذي صممت فيه الأنوف لكي تحمل النظارات. ويعلق فرويد، الداروينى المتحمس، بأنه يمكن للمرء أن يحتج أيضا أنه يمكن بالطريقة نفسها توضيح حقيقة أن القطط تحمل ثقبين في جلدها تماما حيث تكون عيونها.

أصبحنا نعرف اليوم أن هناك مشكلة كبيرة يعبر عنها الاختلاف حول التصميم، كما يطلقون عليه، فيما يتعلق، على الأقل، بعصافير الدوري. هذه العصافير، لم تذهب إطلاقا إلى الأمريكتين بعد حدوث الخلق. ولكنها وصلت إلى هناك قبل أكثر من مئة سنة بقليل. وذلك عندما نقل بعضها من انكلترا، في خمسينات القرن التاسع عشر، وأطلق في بروكلين. فانتشرت من هناك لتعمر القارة. واستغرق هذا الانتشار، الذي قام به حوالي مئة جيل من هذه العصافير، مايقرب من قرن واحد. فكيف صدف أن حصل مثل ذلك التشابه الوثيق بينهم هنا وبين أقرانهم في الوطن الأم؟

الاصطفاء الطبيعي هو القمين بالإجابة عن ذلك: إنها الاختلافات الوراثية في البقيا والتوالد. تظهر الدراسات التي أجريت، في كنساس، على هذه العصافير الموسومة أن الكبيرة ذات القوائم القصيرة منها تعيش على نحو أفضل في الطقس المتجمد. ولهذا السبب، تتوفر أمامها فرصة التفقيس ونقل جيناتها عند قدوم فصل الربيع. إن العصافير التي أطلقت قبل قرن اصطحبت معها من موطنها الأصلي جينات لضخامة أو ضآلة الحجم ولقوة القوائم وقصرها أو رشاقتها. الطيور الجثومة الكبيرة تنجح أكثر في الشمال، وكان العكس صحيحا بالنسبة لتلك التي تنتشر إلى الجنوب القائظ. ولكن عصافير الدوري الأمريكية طورت تماما الأنماط الجغرافية نفسها كما في أوروبا. لقد نهض الاصطفاء الطبيعي بدوره.

الاصطفاء الطبيعي هو الفكرة البارزة عند داروين. كان هو الآلية التي تدفع التطور وتقود إلى التبدل دون الحاجة إلى مصمم لمراقبة كل خطوة. يبدأ ***أصل الأنواع*** بجزء طويل حول الزراعة. فيدرس الطريقة التي نشأت فيها الحيوانات الأهلية من أسلافها المتوحشة بسبب التفضيل، غير المقصود غالبا، لنموذج من الذرية على الآخر من قبل أولئك الذين ينجبونها. وأدت التربية الانتقائية، أي اختيار أفضل الحيوانات لإنتاج الجيل التالي، إلى انشعاب الأشكال الجديدة عن السلالة المتوحشة.

ويرى أنه لو استطاع المزارعون أن ينجزوا الكثير من ذلك النوع من التربية، وفي فترة قصيرة، لأمكن للطبيعة أن تقدم المزيد. "إذا استطاع الإنسان، عن طريق الصبر، أن يختار أنواعا أكثر فائدة بالنسبة له، فهل ستفشل الطبيعة في اختيار الأنواع الأكثر فائدة، في ظل تبديل شروط الحياة، بالنسبة لمنتجاتها الحية؟ وأي قيد يمكن وضعه على هذه القدرة، التي تعمل على مدى عصور طويلة وتتفحص بصرامة كامل البنية والتركيب والعادات عند كل مخلوق-مفضلة الصالح ونابذة

الطالح؟ لايمكنني أن أرى حدا لهذه القوة، فكل شكل يتكيف ببطء وجمال إلى علاقات حياتية معقدة". توصل داروين إلى فكرته بمطالعته لأعمال مالتوس، الذي أشار إلى أن عدد السكان، إذا لم يكبح، سيزداد دائما حتى يتجاوز الموارد. وكان تعبير أوسكار وايلد أكثر براعة" "لاشيء ينجح كالزيادة".

الاصطفاء الطبيعي هو آلة التغيير التطوري، إن لم يكن مهندسه، وهو الذي يصون النماذج المفضلة في الصراع في سبيل الحياة. والتغيير حتمي في أي جهاز يحمل أخطاء النقل من جيل إلى جيل تال، سواء كان الجهاز جينات أو لغة. ومع أن تغييرا من هذا النوع هو تطور دون شك، لكنه تطور يحدث عشوائيا، لايمكن أن يقود إلى الترقي من النوع البسيط إلى المعقد، الذي اهتم به داروين والذي تسبب في نشوء الإنسان من أسلافه المتواضعين. يستغل الاصطفاء الطبيعي حقيقة أن الوراثة ترتكب أخطاء في كل جيل. وبما أن بعض الناس يواجه بنجاح ماتبتليه به الحياة، فإنه ينسخ نفسه بمزيد من النجاح. وآلية داروين تميز الشكل الأصلح الذي تنتجه الطفرة. فهي توجه التطور وتتيح للجهاز الحي بالإفلات من حتمية الانقراض. ويصح هذا بالنسبة للإنسان كما يصح بالنسبة لأي مخلوق.

الاصطفاء فكرة بسيطة. وكما قال توماس هنري هكسلي، معاصر داروين، عندما سمع به لأول مرة، "ياله من غباء مطبق ألا تكون لدى المرء فكرة عنه!" هذه الفكرة بالذات تستخدم اليوم على نحو دقيق من قبل المهندسين. فعندما يقومون بتصنيع ريشة العنفة أو فوهة الرش، فإنهم لايقضون الساعات في محاولة لاكتشاف أفضل تصميم ممكن من المبادىء الأولية. بل يضعون، بدلا من ذلك، تخمينا لما يمكن أن ينجح، ثم يختبرونه. وبعدئذ، يصنعون بعض النسخ الجديدة مع تعديلات طفيفة. ثم يختبرونها من جديد. ومن جديد أيضا، يبدلون أفضل تصميم وقع عليه اختيارهم، وتتكرر العملية حتى تظهر الريشة أو الفوهة الكفوءة. وكثيرا مايكون الشكل معقدا وغير متوقع حتى لكأنه لم يصمم مسبقا من قبل مهندس خبير.

يتجرأ مبرمجو الحاسب الآلي الذين يستخدمون المقاربة نفسها، فيطلقون على إبداعاتهم تسمية "الحياة الاصطناعية". ويحققون تقدما سريعا عن طريق برمجة لعبتهم مع عدم التركيز على تفاصيل ماهو ضروري، بل بتخمين مايمكن أن ينجح، مما يتيح لهذا أن يعد نسخا تقريبية لنفسه، واختيار أكثرها نجاحا. وعلى مدى بضعة أجيال فقط، قد تظهر طيور الحاسب الآلي التي تتجمع تماما كالزرازير، والنمال الرياضية التي تقتفي الآثار والأزهار المبرمجة كأي شيء جميل وغير متوقع في الطبيعة. وهناك أيضا مدرسة لفن الحاسب الآلي، وعامل الاصطفاء فيها هي قدرة

الفنان على تذوق الجمال. تظهر في كل جيل مجموعة جديدة من الأشكال. وعن طريق اختيار الدورة الأكثر إمتاعا ودراستها مرة بعد أخرى، تظهر صور شاذة وغير مألوفة. والأدب ليس منيعا ضد مايدعى اصطفاء طبيعي اصطناعي. يبين تحليل أعمال متواضعة، كالروايات الشعبية أو قصص الأطفال في القرون الوسطى، أن ما يسوغها هو فقط بعض المواضيع البسيطة. وسرعان مايظهر إدخالها إلى الحاسب، الذي يغير قليلا كل فكرة، ويختار أفضل وسيلة لوسم روايات أو قصص القرون الوسطى، الجديدة والمرضية من الناحية الفنية، التي كتبت للأطفال.

لاشك في أن الإنسان ليس في مأمن من الآلية الداروينية. فعبر التاريخ، يموت أكثرنا قبل أن يعمر بما يكفي لنقل جيناته. وهناك، حتى بين من يبقون على قيد الحياة، أناس لاينجبون أطفالا أكثر من سواهم. فإذا ماتأثرت بالجينات أي من هذه الاختلافات في البقيا والإنجاب، فمعنى ذلك أن الآلية الداروينية منهمكة في العمل، وسوف تختلف بنية الجيل التالي عن بنية آبائه.

تعتمد الآلة التطورية في قدرتها على كفاءتها في اختيار أفضل الموجود، في وقت معين، حتى وإن يكن أفضل قليلا فقط مما سبقه. وقام لويس كارول بتوضيح طريقة عملها. فلو أخذنا مثلا كلمة مؤلفة من ثلاثة أحرف (Pig)، وأردنا تبديلها إلى كلمة أخرى (Sty). علما أنه يمكننا تغيير أي حرف إلى أي حرف آخر. فإذا قمنا بتبديلات عشوائية ونحن نتطلع إلى الأفضل، مستخدمين في كل مرة مجموعة لامعنى لها من الحروف، فسوف نحتاج إلى آلاف الحركات لتحويل Pig إلى Sty. ولكن الاصطفاء الطبيعي يفرض قاعدة: يجب أن يكون هناك معنى لكل الكلمات التي تقع في الوسط. وهو يجمع التراكيب الصالحة ويبني فوقها. وقد يصل إلى غايته فقط على ست مراحل: Pig، Wig، Wag، Way، Say، Sty.

حيثما نظرنا، نجد الاصطفاء أمامنا. فهو ملء العالم الحي، لأنه هو الذي شكل هذا العالم. قد تكون أفعاله مراوغة أحيانا. وقد يكون هناك، إضافة إلى الاختلافات في البقيا، اختلافات وراثية في القدرة على إيجاد شريك أو إنجاب ذرية.

كانت نظرية النشوء في عام 1859، وهو العام الذي نشر فيه ***أصل الأنواع***، نظرية حسية، لأنها تلغي الحاجة إلى رابطة مباشرة بين المعبود والإنسان. يروى أن سيدة (زوجة أسقف وورسستر) من العهد الفيكتوري قالت لسيدة أخرى حول كتاب داروين: "نرجو ياعزيزتي ألا يكون ذلك صحيحا-ولكن لو صح ماجاء فيه، دعينا نصلي لكي لايصبح معروفا على نطاق عام!" وبعد أن استفاقت المؤسسة

الكنسية من الصدمة، توصل عدد من المفكرين الدينيين إلى فكرة تفيد بأن التطور، في الحقيقة، طريقة في العمل خارج نطاق خطة الإله. فإذا كان الإنسان غير كامل، فإنه كان يمكن إكماله، والاصطفاء كان الوسيلة التي اختارتها الألوهية لتكوينه. "ولكن عملها، بغض النظر عن إكمال الناقص، كثيرا مايبدو قاصرا أو حتى قاسيا. وليس في هذا مؤاساة كبيرة لأمثال بنغلوس[1].

يمكن للاصطفاء أن يحقق أعمالا مذهلة. مع ذلك، تبقى بعضها خارج نطاق طاقته. والاصطفاء الطبيعي لايمكن أن يخطط مسبقا؛ ويعمل دون تبصر، ولا يعبأ بالمستقبل. إنه لاينجز إلا ماهو ضروري وليس أكثر، ليس ذلك فقط، بل ينجزه أحيانا كمتهور وبطريقة لاتنم عن التبصر. وإذا استخدمنا عبارة ريتشارد داوكنز الشهيرة، إنه صانع ساعات أعمى ينجز غرضا جديرا بالإعجاب بواسطة أداة بسيطة وغير كفوءة.

أن ننظر إلى علم الحياة بكامله على اعتباره دليلا على الاصطفاء الطبيعي مسألة تنطوي على خطر. وكما رأى بالييه Paley في تعقيد الحياة حجة مع الله، هناك بالييية جديدة neo-Paleyism تلعن نظرية التطور. فتحتج بأن كل بنية حيوانية كيفت بصورة صالحة بحيث يجب أن تعكس دائما عمل الاصطفاء. يمكن أن تكون هذه الحجة غير مباشرة، ولكن يصعب دحضها. وأدت إلى كثير من الخلافات بين علماء الأحياء-جذابة بالنسبة لأنصارها، مملة بالنسبة لسواهم. فيرى بعضهم أن الآلية الداروينية تدفع كامل عملية التطور بدءا من ترتيب الأسس في الدنا وانتهاء بشكل الأنف. ويرى آخرون أن الاصطفاء هو مجرد حدث عرضي يوجه بعض الجينات في حين يتغير معظمها عشوائياً. وهكذاً، تبقى المسألة عالقة دون حل.

في نظرية التطور عن طريق الاصطفاء الطبيعي شيء جميل آخر-ونقطة ضعف هامة-هو أنه يمكننا، بقليل من التخيل، أن نتوصل إلى تعليل كل شيء. يطيب للأحيائيين التطوريين قضاء وقتهم في تأليف القصص حول كيف صاغ الانتقاء أكثر الصفات غير المرغوبة. ويثبت أحياناً أنهم على صواب. ويتمتع خبراء علم الإنسان خصوصاً بتخيلات نشطة. وهناك بعض التخمينات المخيفة حول الطريقة التي صاغ التطور فيها الصفات الإنسانية. فأكثرها وهم، ولكن بما أنها تثير الحوادث التي جرت في الماضي البعيد، لذلك لايمكن تقريباً دحضها.

---

[1] Pangloss-: معلم متفائل في *كانديد* للكاتب الفرنسي فولتير. المترجم

وقد يصح ذلك عند وجود مناطق واسعة تعمل فيها الاختلافات في البقيا والتوالد دون أن يدركها أحد. من الناحية العملية، هناك فقط واحدة من كل ألف بيضة وواحدة من ملايين النطاف تجتمعان لتنتجا صغيراً. ولا نعرف ما إذا كانت بقية البيوض والنطاف تموت بصورة عشوائية أم أنها تفشل لأسباب وراثية. ولكن لو عاش أصلحها فقط، لكانت آلية داروين قوة أكثر شمولاً مما كان يُظَن سابقاً.

مهما كان الاصطفاء مهماً من حيث شموليته، فإنه ليس أكثر من الية وليس قوة مطلقاً. نقدم أحياناً لمرضى السرطان دواء يهاجم خلايا الانقسام. ولكن المعالجة كثيراً ماتكون فاشلة. لأن الاصطفاء الطبيعي يقوم بعمله. فهناك قلة من الخلايا التي تجتاز طفرة معينة تعمل على تبديل خواص جينة معينة لكي تتمكن من تعطيل مفعول الدواء. وتتكاثر هذه الخلايا بسرعة أكبر من تكاثر الخلايا الأخرى فتتم لها الغلبة بسرعة وأحياناً بفعالية كبيرة يموت المريض معها. وليس هناك دليل مهم على وجود مصمم حميد.

نحن غالباً لا نحمل فكرة عن السبب الذي يدفع صفة خاصة لكي تتطور، على الرغم من ذلك، يُظهِر الإنسان، شأنه شأن أي مخلوق اخر، نقاط القوة والضعف في عملية الاصطفاء. فقد تغير بسرعة متكيفاً وهو يعمر العالم على مدى السنوات المئة والخمسين ألفاً الماضية. وهذه المدة تمثل حوالي ستة آلاف جيل إنساني. ولكن الرقم نفسه من أجيال الفئران يرقى فقط إلى الأجيال التي غزت الأكروبوليس[1] التي كانت حديثة البناء ومن أجيال ذباب الفاكهة إلى الحشرات التي تتجمع على تفاح وليم الفاتح. ويعرف الجميع أن ذباب الفاكهة والفئران لم تتبدل خلال ذلك الوقت، مما يؤكد السرعة التي حدث فيها التطور الإنساني.

مر التاريخ الإنساني بعصور ثلاثة؛ والاصطفاء الطبيعي هو الذي صاغها، ويصوغها بفعله. فعصر الكارثة المتطاول تلاه عصر المرض الأقصر أمداً، وتلا هذا، في وقت متأخر جداً، عصر الانحلال. وفي معظم العصور التاريخة الماضية، مات تقريباً ،وبشكل كارثي، جميع من ولدوا، وذلك بسبب البرد، أو الجوع أو العنف. وعملت كثير من التراجيديات الفردية كعوامل للارتقاء التطوري. يدور هذا الفصل حول كيف تطورت الإنسانية لمواجهة التبدلات المناخية والنظام الغذائي أثناء انتقالنا من وطننا الأم. ومع أن الحقبة الثانية، عصر المرض (الذي بدأ فقط قبل

---

[1] -قلعة أثينا القديمة. المترجم

آلاف قليلة من السنين) انتهى على نطاق واسع في الغرب، لكنه مايزال سائداً هنا وهناك في أمكنة أخرى من العالم. فالمرض عامل من عوامل الاصطفاء الطبيعي مقتدر جداً إلى درجة يستحق معها أن نفرد له فصلاً خاصاً، هو الفصل التالي. ونحن الآن نعيش في عصر الانحلال (الذي يموت فيه معظم الناس بسبب التقدم في العمر). ولكن أكثر الناس يموتون في هذه الأيام بعد أن يكونوا نقلوا جيناتهم، مع ذلك، يصعب علينا أن نعرف أي اصطفاء يمكن أن يحدث لها.

نحن، وأقرباؤنا، وأسلافنا كلنا حيوانات استوائية. والإنسان، رغماً عن نويل كووارد[1]، واحد من الثدييات الكبيرة التي يمكنها أن تواجه حرارة الشمس في منتصف النهار في أفريقيا. ولو أُعطِي الناس الحق في اختيار موطنهم، لفضل الكثيرون منهم مكاناً حاراً (حتى ولو كان كوستا ديل سول لاغير ولمدة أسبوعين سنوياً). فقد جرى تطوير كثير من الأشياء المكيفة لمقاومة الحرارة أكثر منها لمقاومة البرودة. وصحيح أن الإنسان أقل شعراً من بين كافة الرئيسات ولكنه أكثرها تعرقاً. في اليوم المشمس، يمكن أن تكون درجة الحرارة عند سطح الأرض، أو فوقه ببضعة إنشات، أعلى بعشرين درجة من مثيلتها على بعد قدمين فقط من الأرض، هذا لأن الأرض تمتص حرارة الشمس ثم تعكسها. وربما يكون الوضع المنتصب، الذي يميز إلى حد كبير الإنسان عن القرد، قد تطور استجابة لارتفاع درجة الحرارة. وأفضل طريقة للتخفيف من الإحساس بشدة الحرارة في يوم مشمس هي وضعية الوقوف، أي الابتعاد عن طبقة الهواء الحار قرب سطح الأرض. وربما اتخذ أسلافنا البعيدون، أثناء انتقالهم من الغابات إلى المراعي، وضعية الانتصاب طلباً للبرودة؛ وفتحوا، حرفياً ومجازياً، آفاقاً جديدة لأحفادهم.

يعيش إنسان اليوم في كل بيئة من غابات المطر إلى المناطق القطبية ومن مستوى سطح البحر إلى ارتفاعات تزيد عن خمسة آلاف متر فوقه. صحيح أن الزراعة-النار، الملابس والبيوت-ساعدته على ذلك، ولكن هناك أيضاً الاستجابات الوراثية للمناخ.

غادرنا أفريقيا قبل أكثر من مئة ألف سنة، ، ولكننا لم نصل إلى نيوزيلند، وهي أبعد نقطة انتشرنا إليها، إلا قبل ألف سنة. . وكان الطقس ، في معظم تلك الحقبة، أسوأ بكثير مما هو عليه اليوم. ويمكن الاستدلال على المناخات القديمة من التحولات في التركيب الكيميائي للمياه. ففي القطب الشمالي، تسقط المياه على شكل

---

[1] - ممثل وكاتب مسرحي إنكليزي (1899-1973)، تتميز آثاره بالحركة والحيوية. المترجم

ثلوج وتبقى على شكل جليد. وجرى ثقب عينة إلى عمق ثلاثة آلاف متر في جليد غرينلاند للوصول إلى الصخر تحته، حيث كانت تساقطت أول الثلوج قبل مئتي ألف سنة.

يُظهِر سجل الغطاء الجليدي أنه كان هناك كثير من العصور الجليدية أثناء تطور الإنسان العاقل. وحدث آخرها قبل ثمانية عشر ألف سنة. وقد مارس هذا العصر تأثيراً فعالاً علىالثدييات الكبيرة في العالم، ومن بينها الإنسان.. فانقرض الكسلان العملاق والجواد المحلي من الأمريكتين، والماموث الصوفي من آسيا، وقرد الليمور العملاق من مدغشقر. وأقفرت مناطق واسعة في شمال أوروبا بعد أن كانت معمورة. وعندما جف المناخ بسبب احتجاز الجليد للماء، تحولت أجزاء من أفريقيا إلىِ صحراء وأصبحت غير صالحة للسكنى. وتراجع مستوى سطح البحر لأن الماء احتبِس داخل الجليد. وجفت مضائق بيرنغ ومضيق باس. ونشأت الأراضي الساحلية المنخفضة في كثير من أرجاء العالم. وامتلأ الهواء بالغبار -مازال محفوظاً في جليد غرينلند- بسبب تجمد الصحارى. كان أجدادنا، في معظم هذا العصر، يشعرون بالبرد، لكن غروب الشمس كان أكثر بهاء.

وفي السهل الروسي، كانت هناك مستوطنات تمتد على مسافة مئة وخمسين ميلاً داخل الغطاء الجليدي. ولم يكن بإمكان الفرنسي المبكر، الذي نقش الكهف في لاسكو، أن يسترخي مستدفئاً بأشعة الشمس فوق رصيف في أحد المقاهي، وجليد القطب الشمالي لايبعد عنه أكثر من ثلاثمئة ميل، فكان عليه أن يحافظ على دفئه لكي يبقى على قيد الحياة. قد تكون الحاجة للبقاء تحت الغطاء هي التي شجعت المحاولة الفنية. فقد حدثت التفجرات في أسلوب التصوير وصناعة الأدوات كلها في الحافات الباردة للنطاق الإنساني أكثر مما حدثت في المناطق الحارة. وأفلت الإنسان من المناخ الجديد القاسي وفي ذروة آخر غمر جليدي، كان الثديي هو الأكثر انتشارا في العالم، وهي حالة حافظ عليها حتى اليوم.

لم يكن كل شيء عاتماً أثناء الانتشار في أرجاء العالم. وكانت هناك فترات قصيرة، تصل إلى ألفي سنة، ارتفع فيها معدل درجات الحرارة بحدود سبع درجات مئوية على مدى بضعة عقود فقط. وكان هذا تغييراً مثيراً، مثل المناخ الاسكتلندي الذي يتحول ضمن مدى حياة الفرد الواحد. قد تكون تلك الفترات الدافئة المفاجئة الغريبة هي التي حثت المستعمرين على مواصلة طريقهم.

وكما هي الحال تماماً مع عصافير الدوري، فإن اختلاف البقيا والإنجاب ساعد أولئك الذين تكيفوا مع المناخ على نحو أفضل. فقد كان إنسان نياندرتال، قريبنا المنقرض الذي عاش في أوروبا الباردة قبل أن يصلها المغرورون الجدد، قصيراً، وثخيناً وثقيلاً، ولذلك تكيف بصورة جيدة مع البرد. ولو أن كرو-مانيون، الإنسان الأوروبي الأول، جلس فوق مقعد في قطار، لغيَّر معظم الركاب أماكنهم فيه، ولكنهم يبدلون القطار لو قام إنسان نياندرتال بالتصرف نفسه.

يُظهِر الإنسان الحديث ميولاً جغرافية في البنية الجسدية التي تعكس أيضاً تأثير الاصطفاء المناخي. فساكن الأسكيمو أثقل وزناً بمقدار الثلث بالنسبة لقامة معلومة من المعدل العالمي، في حين أن الرجل من بعض جماعات شرق أفريقيا يكون أنحف بكثير من رجل آخر، بحوالي ثلاثة أرباع الوزن المتوقع لطول قامته. وينشأ هذا الاختلاف، في معظمه، من التبدلات التي تطرأ على التناسبات الجسدية. معظم الناس في المناطق الحارة نحاف، طوال القامات والأذرع والسيقان. أما في الشمال فيميلون إلى ضخامة البنيان. ولأسباب غير معروفة، تكون هذه الميول عند الرجال أقوى منها عند النساء. ويصح الشيء نفسه بالنسبة للميول في شكل الجسم عند عصافير الدوري، ربما لأن الذكور الأكبر حجماً أكثر عدوانية عندما يقاتلون في سبيل الغذاء في الظروف الشتوية. وعلى الرغم من ضآلة ما نعرفه حول وراثة صفات كالحجم والشكل (ورغم الوجود المؤكد لبعض التأثيرات البيئية)، فإن الاختلافات هي، على الأقل، وراثية جزئياً.

الناس السمان القصار في الشمال يحتفظون بالحرارة على نحو أفضل في مركز الجسم. أما الذين اكتسبوا رشاقة أجسامهم بتأثير المناخات الأكثر حرارة، فيبردون بفعالية أكبر لأنهم يفقدون الحرارة عن طريق أذرعهم وسيقانهم الطويلة. وهذا النموذج موجود بين الحيوانات الأخرى، من الطيور إلى الثعالب، والميول في شكل الجسم شُرِّفَت باسم من أسمائهم الخاصة، هو قانون بيرغمان[1]. يفقد الجسم معظم حراراته الزائدة عن طريق الجلد ومجموع سطح الجلد في وحدة الحجم أكبر عند الأشخاص النحاف الطوال.

---

[1] - كارل بيرغمان بيولوجي ألماني قال أنه ضمن النوع الواسع المدى المتعدد الطُّرُز للحيوانات الثابتة الحرارة يختلف معدل الحجم الوسطي للأعضاء من كل سلالة جغرافية عكساً مع متوسط درجة حرارة المحيط. المترجم

هناك اختلافات أكثر تعقيداً في عملية التحكم بفقدان الحرارة. فبعض السكان أفضل تنظيماً لكمية الحرارة التي تصل إلى الأذرع والسيقان عن طريق الأوعية الدموية في الجلد. فإذا ما وضع أوروبي أو أفريقي إصبعه في ماء جليدي، فإن حرارته تهبط بسرعة إلى مستوى منخفض بما يكفي لإتلاف اللحم. أما إذا قام أحد سكان الأسكيمو بالمحاولة نفسها، فإن إصبعه يبقى دافئاً بدرجة معقولة. ومن غير الواضح إلى أي مدى يكون هذا التأثير وراثياً، ولكن صيادي الأسماك في شمال الأطلسي، ممن هم من أصل أوروبي، أسوأ حفظاً لحرارة أيديهم من سكان الأسكيمو. وللسكان الأصليين في أستراليا طريقة أخرى للتعامل مع المناخ الحار نهاراً والقارس ليلاً. فهم يلجؤون إلى سدّ الأوعية الدموية قرب السطح في الليالي الباردة، بحيث تهبط حرارة الجلد عندهم إلى أقل بكثير من حرارته عند الأوروبيين الذي يواجهون الظروف نفسها، مما يحفظ الحرارة في مركز الجسم. يتحمل السكان الأصليون أيضاً البرد على نحو أفضل دون ارتجاف. يعني هذا كله أنهم قادرون على النوم في العراء دون كثير من المشاكل. ومعدل استخدام الجسم للطاقة أقل عند أولئك الذين تطوروا في المناطق الحارة.

وهناك أيضاً نماذج أخرى يمكن أن تعزى إلى المناخ. إذ يقال أن الشعر الصوفي عند الأفارقة يعمل كسطح تبخير للعرق لتبريد الرأس. والأنوف الطويلة الحادة عند الناس في الشرق الأوسط قد تساعد على ترطيب الهواء الصحراوي قبل وصوله إلى الرئتين وضيق العيون عند الصينيين يحميها من الرياح الجليدية التي تهب في السهول الآسيوية. ولكن هذا كله يبقى في إطار التخمينات.

في الميول العالمية للاستجابة للمناخ، هناك شذوذ واحد هو لون الجلد. ففي العالم القديم، على الأقل، تكون جلود أكثر الناس أكثر سواداً من جلود سكان المناخات الباردة. وكما يعرف أي شخص يجلس في يوم حار على مقعد حديدي في متنزه، أن الأشياء السوداء تتسخن في حرارة الشمس أكثر من الأشياء البيضاء، وبالتالي، فإن البشرة السوداء، إضافة إلى أنها لا تشكل حماية من حرارة الشمس، تمتص تلك الحرارة.

هناك عدة نظريات حول السبب الذي من أجله طور الإنسان بشرة فاتحة عندما هاجر إلى المناخات الموحشة في الشمال. وليس بين تلك النظريات ما يمكن اعتبارها نظرية كاملة على نحو مرض. وتقول واحدة منها باحتمال أن يكون السبب هو سرطان الجلد الذي ينجم عن الأشعة فوق البنفسجية في أشعة الشمس. الميلانوم الخبيث سرطان خبيث يشيع، بشكل خاص، في بلدان مثل أستراليا حيث يتعرض

الناس من ذوي البشرة الفاتحة إلى جرعات عالية من الأشعة فوق البنفسجية عن طريق الحمامات الشمسية. وأدت العادة الحديثة، عادة التمدد تحت أشعة الشمس، بقصد اللهو إلى ارتفاع سريع في معدل وقوعه. وحتى وقت قريب، حيث أصبحت أخطار سفع الشمس معروفة على نطاق واسع، كان معدل وقوع سرطان الجلد بين السكان البيض يتضاعف كل عشر سنوات. والخطر أكبر بالنسبة لأصحاب البشرة الفاتحة، والشقراء وأصحاب الشعر الأحمر. وقلما يصاب السود بهذا المرض، مع استثناء واحد: في أجزاء من نيجيريا، هناك كثير من المُهْق (يُعرَفون في بعض الأمكنة تحت اسم ضباط المناطق، واختصاراً دوز "Dos" على سبيل السخرية، ولكنها إشارة غير دقيقة إلى والديتهم المحتملة). يصاب كل واحد تقريباً من هؤلاء بشكل ما من سرطان الجلد أثناء حياته.

على الرغم من هذا، يحتمل ألا يكون السرطان قد سبب النزعة العالمية في اللون. أولا، لأنه نادر بين البيض، باستثناء حالة واحدة فقط تقع سنويا بين كل عشرة آلاف من الناس. وأهم من ذلك، أن سرطان الجلد هو، بصورة رئيسية، داء المتقدمين في العمر. ومعنى هذا أن من يصاب به يموت بعد أن يكون نقل جيناته، بما فيها جينة لون بشرته.

قد تكون النزعات العالمية إلى اللون استجابة غير مباشرة للمناخ. فالأطفال، دون الفيتامين D، يصابون بالكساح. أي أن عظامهم تصبح لينة وتتشوه بسهولة. وقد تبين من القبور القديمة أن الكساح كان يُعتَبَر مشكلة على مدى آلاف السنين. وكان مايزال شائعاً في الأحياء الفقيرة في انكلترا في العهد الفيكتوري. يتوفر الفيتامين D في اللبن، وتتوفر الحماية لمعظم الأطفال الأوروبيين عن طريق نظام غذائي صحي. والجلد أيضاً، يمكنه أن يصنع هذا النوع من الفيتامين عن طريق تأثير الأشعة فوق البنفسجية. وتتم هذه العملية عند البيض بفعالية أكبر منها عند السود. فالبيض يركبون، بتأثير الأشعة فوق البنفسجية، جرعة مفيدة كل نصف ساعة، بينما يستغرق تركيب جرعة مماثلة ثلاث ساعات عند السود. وبضع ساعات يقضيها طفل فاتح اللون تحت أشعة الشمس، تتيح له أن يصنع ما يكفي من الفيتامين D لتفادي الكساح وليس من قبيل الصدفة أن يكون لون الأطفال الأفارقة فاتحا أكثر منه عند الكبار. ولهذا السبب بالذات، يشيع الكساح بين أطفال المهاجرين في أوروبا والسود في الولايات المتحدة أكثر مما هو بين أمثالهم من أصحاب البشرة الفاتحة. عمل الاصطفاء الطبيعي لمصلحة من يحملون جينات البشرة الفاتحة عندما بدأت الإنسانية مسيرتها الطويلة من المناخات الحارة المشمسة إلى ظلمة شمال أوروبا.

من غير الواضح تماماً سبب شيوع البشرة السوداء في المناطق الحارة. ومع أن الفيتامين D مضر إذا كانت كمياته كبيرة، فإنه لا يستطيع حتى الشقر من الناس أن يصنعوه، تحت أشعة الشمس، بكميات كافية لإحداث الضرر، وعليه، لم ينشأ الصباغ الدموي في البشرة السوداء لهذا السبب. فربما تعمل البشرة السوداء على إيقاف أشعة الشمس عن تدمير الفيتامينات الأخرى الموجودة في الدم أثناء دورانها عبر الطبقات الخارجية من الجسم. وهناك دليل على ذلك. فالمرضى المصابون بأمراض جلدية يعالجون أحياناً بجرعات مكثفة من الأشعة فوق البنفسجية. فيُظهر أصحاب البشرة الفاتحة هبوطاً مفاجئاً في فيتامينات معينة هي أساسية، كما هو معروف، بالنسبة للحمل وسواء النمو. والبشرة السوداء عند الناس في المناطق الحارة قد تساعد في مواجهة تدمير الفيتامينات؛ وهو تأثير ربما يكون مهماً خصوصاً لأن المواد الغذائية كثيراً ماتفتقر إلىالفيتامينات. وهناك احتمال آخر، هو أن الصباغ الدموي يمنع الأشعة فوق البنفسجية من تخريب الأضداد في الدم أثناء دورانها عبر الجلد. وما زال هناك احتمال آخر، هو أن البشرة السوداء تتيح للناس الذين يرتدون ألبسة فاتحة في المناطق الحارة بأن يشعروا بالدفء بسرعة في الصباح الباكر عند شروق الشمس، حتى وإن كان يترتب عليهم أن يتقوا الحرارة أثناء النهار–حيث يمكن لهذه البشرة أن تعمل كوسيلة تمويه في الأمكنة الظليلة. وكما هي العادة، من السهل تأليف قصص حول كيف يمكن للاصطفاء أن يساند بعض الجينات، ولكن لا يمكن تناول أي من هذه القصص بجدية بدون إجراء مزيد من الاختبارات لمعرفة الصحيحة منها.

تمارس الحرارة كثيراً من التأثيرات الوراثية على مخلوقات مثل الحلازين وذباب الفاكهة. فهي تؤثر على الاختلافات الوراثية في تركيب الأنظيمات، وتزيد من سرعة الطفرة، وتدفع "الدّنا الأنانية" للبدء بالوثب حول المجين. يمكن للإنسان طبعاً أن ينظم درجة الحرارة الداخلية عنده بصورة حسنة بحيث يكون التأثير المباشر للاختلافات المناخية أضعف. مع ذلك، هناك نزعات شمالية جنوبية في الزمر الدموية وحتى في الأشكال البديلة لبعض الأنظيمات. ولا نعرف ما إذا كانت تلك النزعات ناجمة عن الاصطفاء بوساطة المناخ أم لا.

الإنسان، كمعظم المخلوقات، يعيش على حبل بهلوان ساخن. وسوف يموت إذا ارتفعت حرارة الحبل بضع درجات فقط. واستناداً إلى علم الحياة الجزيئي هناك كارثة حرارية وشيكة. فهناك مجموعة واحدة من الجينات التي تنتج "بروتينات الصدمة الحرارية". وتنفتح، عند الحلازين وذباب الفاكهة، عند حدوث ارتفاع كبير

في درجة حرارة الأشياء. وأحياناً، تُكرَّس معظم آلية الخلايا لهذا العمل. والإنسان أيضاً يحمل مثلها. تبدأ الخلايا، أثناء الحمىٰ، بتصنيع بروتينات الصدمة الحرارية. فتتجمع حول إنظيمات ضعيفة يمكن أن تتأذى من ارتفاع درجة الحرارة. فارتفاع مقداره درجتان فقط في حرارة الجسم، كفيل بإطلاق عمل الآلية الوقائية, ولا نعرف ماإذا كانت هناك اختلافات في حساسية جهاز الصدمة الحرارية عند الناس في المناخات الحارة والمعتدلة.

بروتينات الصدمة الحرارية هي مقياس الطوارىء. وكانت الحيوانات الدنيا توصف، بشكل مرفوض تقريباً، على أنها "متغيرة الحرارة". لأنها تفتقر إلى الآلية الجسمية التي توفر الدفء للثدييات بما فيها الإنسان. ولكن كثيراً من المخلوقات تحتفظ بدرجة حرارتها، في قليل أو كثير، عن طريق سلوكها الطريق الصحيح لاغير. فهناك نوع من العظاءات التي تعيش بدءاً من صحارى كاليفورنيا إلى الآنديز. وتحافظ تقريباً على درجة الحرارة ذاتها عبر هذا المدى الواسع من المناخات فقط عن طريق تعرضها أو عدم تعرضها لأشعة الشمس. ومن ناحيتي، ابتكرت مرة نوعاً من الدهان الذي يتلاشى تدريجياً وفقاً لسرعة يمكن قياسها عندما يتعرض لنور النهار. فإذا ماوضعنا نقطة منه على أصداف الحلازين، فإننا نعرف المدة التي تعرض خلالها الحيوان لأشعة الشمس على مدى شهر تقريباً. والحلازين تسلك على نحو مختلف تماماً وفقاً لحرارة أو برودة المكان الذي تعيش فيه وتختلف أيضاً ضمن تجمع الحلازين ذات اللون الأسود والفاتح (حيث تختلف في مدى ماتمتصه من الأشعة الشمسية) وفقاً لتعرضها لأشعة الشمس. وربما يمكن استخدام الطريقة نفسها أيضاً لدراسة الناس من ذوي البشرة السوداء والفاتحة.

تبين لنا بالمراقبة الدقيقة للحيوانات في أشعة الشمس الدور الحاسم الذي يمثله السلوك في التحكم بدرجة الحرارة. فالعظاءات* الصحراوية لايمكنها أن تبتعد أكثر من ياردتين عن الظل، وإذا فعلت فإنها تموت من ضربة الحرارة قبل أن تعود، ولكنها تضطر إلى المخاطرة بالخروج إلى الشمس كل بضع دقائق بحثاً عن الطعام. وتنفق بعض العناكب نصف ميزانيتها من الطاقة في الذهاب والإياب بين الشمس والظل. ويمكن لعنكبوت تعيش في مكان يوفر التوازن بين البقع الظليلة والمشمسة أن تضع بيوضاً أكثر بكثير من عنكبوت يفتقر بيتها إلى أشعة الشمس وإن احتوى على كمية كبيرة من الطعام. يسهل علينا نسيان أهمية السلوك في حياتنا الحرارية.

---

* حيوان صغير زاحف.

ويُظهِر تقدير سريع لما تكلفه المحافظة على درجة الحرارة الصحيحة للبريتوني العادي (أو بالأحرى للقاطن العادي في شيكاغو)-تتضمن القائمة بيوتاً، وملابس، وتدفئة مركزية، وطعام، ومكيفات الهواء، وتزجية أيام العطلة في ماربيلا أو فلوريدا طبعاً-أن العناكب متواضعة نسبياً في الحصة التي تنفقها من ميزانيتها للمحافظة على راحتها. وعلى الرغم من أن الإنسان قد يكون مخلوقاً ثابت الحرارة، فإن التطور دفعه إلى قرارات الكائنات المتغيرة الحرارة حول الطريقة التي ضمنت له البقاء على قيد الحياة عندما خرج من المناخات الحارة التي كان أسلافه قد تكيفوا معها.

والإنسان، كبقية الثدييات، تكيف مع الأغوار. وهو لايمكنه البقاء على قيد الحياة مدة طويلة على ارتفاع يزيد عن خمسة آلاف متر فوق مستوى سطح البحر لأن كمية الأكسجين في الهواء تنخفض هناك إلى نصف ماتكون عليه في ارتفاعات أدنى. وهناك مستوطنات على مثل هذا الارتفاع في الآنديز. أطفال هنود الآنديز أكثر قدرة على مواجهة هذه الظروف من أطفال المهاجرين من الأغوار. والسكان المحليون في مرتفعات اسكتلندا، الذين كانوا نشؤوا عند مستوى سطح البحر، أفضل حالاً في استخلاص الأكسجين من هواء الجبال حتى أنه ربما كانت هناك استجابة متطورة لمسغبة الأكسجين.

والترتيب الغذائي أيضاً كان عاملاً في التغيير التطوري. هناك، في العالم ككل، أقلية فقط من الكبار (بمن فيهم كثير من سكان أوروبا الغربية) ممن يستطيعون هضم لبن البقر. وليس في هذا مايدعو إلى الدهشة. فمعظم المخلوقات (والإنسان قبل الزراعة من بينها)، لم تتوفر لهم فرصة شرب اللبن من أي نوع بعد الفطام. وهضم اللبن يعتمد على إنظيم يسمح لـ اللاكتوز، وهو واحد من سكريات اللبن، بالتفكك. فإذا بقي هذا الأنظيم فعالاً حتى الرشد، عندئذٍ يكون لبن البقر مادة غذائية مفيدة. وبغير ذلك يفقد هذا اللبن كثيراً من قيمته ويعاني الكبير الذي يتناوله من الغازات وسوء الهضم. وجينة هضم اللبن نادرة في معظم أنحاء أفريقيا والشرق الأقصى (مما يشير إلى أن الحليب المجفف الذي كان يُرسَل كمساعدة غذائية للكبار في هذه المناطق كان يُبدَّد على نطاق واسع). ولكن هذه الجينة أكثر شيوعاً في غرب أوروبا وعند بعض الشعوب الأفريقية كالفولاني رعاة الماشية في شمال نيجيريا. هنا لايمكن الجزم بأن هذه هي الدجاجة التطورية وهذه هي البيضة. ربما كانت الجينة مفيدة أولاً للشعوب الصحراوية لكي تتيح لهم شرب لبن الإبل في سبيل الحصول على الماء. وربما كانت مفيدة في أوروبا لأن من يحملها يمكنه استخلاص الكالسيوم

من لبن البقر وتفادي الكساح. ومن جديد نقول أنه من السهل، وبشكل كـــــارثي، أن يفوز الخيال بحق الأفضلية على حساب التجربة.

قوة الاصطفاء التي يمكن إدراكها على نحو أفضل عند الإنسان، تلك القوة التـــي تؤثر على التنوع الجزيئي كما تؤثر على أكثر الصفات وضوحاً، تنشأ مـــن وجـــود اختلافات وراثية في مقاومة المرض. والمرض، كما يبدو، جزء من الحياة لايمكـــن تفاديه: حتى المخلوقات المحفوظة منذ فجر الوجود تُظهِر علامات الخمج. قد تكـــون مكونات بعض الخلايا (كالمتقدرات) بقايا متعضيات المرض التي تعلمت التعـــايش معها متعضيات أعلى. لقد حملت ألعاب "حياة" الحاسب الآلي، التي تقوم على أساس تشابه الاصطفاء الطبيعي، أمراضها على شكل فيروسات الحاسب. وللمرض تـاريخ وجغرافيا: واجهت الشعوب أمراضاً مختلفة في عصور مختلفـــة. والخمـــج عـــدو لايرحم لأنه يصيب كائنات حية-عوامل المرض-من المفروض أن تتطور بـــالذات استجابة لدفاعات الجسم، أو تموت.هناك سباق حرب تطورية بيننا وبين أمراضنـــا. ولمعرفة مايمكن وما لايمكن للاصطفاء الطبيعي أن يفعله،، والوسيلة التي بها يمكـن أن يفرض ثمناً باهظاً على اتباعه، يجب أن يُدرَس هذا السباق بمزيد من التفصيـــل. وهذا ماسنعالجه في الفصل التالي.

الفصل الحادي عشر

11 الحُمّيات المميتة

نطالع في سجل أحداث القرن الخامس عشر الذي دونه أوائل المستكشفين البرتغاليين لغرب أفريقيا شكوى مريرة: "كنا كلما أبحرنا يضع الإله في سبيلنا ملاكا ضاربا يحمل سيف الحمى المميته الملتهب. ويبدو أن هذا جزاء لنا على أخطائنا أو بقضاء منه لانعرف له تعليلا". وبعد ثلاثمئة سنة من ذلك الوقت، مات خلال سنة واحدة نصف الرجال الإنكليز الذين ذهبوا إلى ذلك الجزء من العالم. وعندما ذهب الأوروبيون وعبيدهم الأفارقة إلى أمريكاالجنوبية، كان السكان المحليون هم الذين يعانون. حيث انخفض عدد سكان المكسيك من خمسة وعشرين مليونا إلى مليون خلال الفترة من 1500-1600. حتى إن بعض القبائل اختفت بكاملها. وكان عدد السكان الذين يدفعون الأتاوة للأسبانيين في كمبايا، في كولومبيا، خمسة عشر الفا في عام 1539، فهبط إلى تسعة وستين شخصا عام 1628. كان الخمج في كل مكان هو القاتل الأكبر: ***الملاريا***، و ***الجدري*** و ***التيفوس***. وفي كلا العالمين، الجديد والقديم، كانت البقيا أفضل عند أولئك الذين عاشوا مع المرض على مدى أجيال عديدة. وكان هناك، فيما يبدو، اختلافات فطرية في المقاومة بين الشعوب من مختلف الأمكنة. وكانت هذه الاختلافات تبدو خارقة في حينه. واليوم، أصبحنا نعرف أن تطوير آليات مقاومة المرض هو أفضل مثال للاصطفاء الطبيعي في المعركة. قد يكون عصر المرض انتهى في العالم الغربي (مؤقتا على الأقل)، ولكن، على الرغم من ذلك، سوف تستمر عقابيله الوراثية على مدى آلاف السنين القادمة.

يتعامل الاصطفاء، عند مواجهة المرض، مع عدو لايكل. صحيح أن العالم الغربي حصل على فترة راحة في المعركة، ولكن الوباء كان، على مدى تاريخ التطور الحديث، أكبر قاتل وأكبر عامل للاصطفاء. ففي القرن الرابع عشر، أي قبل ثلاثين جيلا، مات نصف سكان انكلترا بسبب ***الوباء الأسود***. واليوم، هناك تنبؤات توحي بأن انتشار ***الإيدز*** في بعض البلدان الأفريقية يعني أن عدد سكانها سيبدأ

عما قريب بالانخفاض أيضا. قد يكون الموت بسبب البرد أو المجاعة قاسيا، ولكن العدو هنا يمكن التنبؤ به على الأقل. لأن الجراثيم والحمات بالذات حية. ولها دراسات بيئية خاصة بها، بسبب حاجتها إلى مدد متواصل من الضحايا الجدد. ويمكنها أن تتطور، مما يعني أن هناك سباقا بين الاصطفاء الطبيعي حول بقيانا Survival والاصطفاء الطبيعي حول قدرتها على أن تصيبنا بالخمج. وهو سباق لا يرحم ومرحلة، كما يبدو، لانهاية لها. فما أن ينهزم أحد الخصمين، حتى يسرع الآخر.

تعتمد أنماط العدوى على عدد الناس المتاحين لها. ولذلك تغيرت خطورة المرض عبر التاريخ. فكلما استمر المرض عند بعضهم مدة أطول، وكلما كان انتقاله أكثر فعالية، تضاءلت حاجة السكان لبقائه. والمناعة أيضا تمثل دورا. نستخلص من هذا أن بعض الأمراض يجب أن تكون بدأت قبل أمراض أخرى بوقت طويل. يمكن مثلا رؤية علامات ***التدرن***، الذي قد يستمر على مدى عقود، في الهياكل العظمية لأشخاص ماتوا قبل آلاف السنين. ***والحصبة*** حديثة بالمقارنة مع التدرن. وهي لاتستمر طويلا وليست معدية على نحو مميز. ومن يصاب بها مرة، يكتسب مناعة ولا يمكن أن تعود إليه مرة ثانية. وقصة الحصبة قريبة من قصص كثير من الإصابات الحديثة التي هاجمت النوع الإنساني منذ بدأ.

قد يكون للحصبة تأثيرات مزعجة عند السكان الذين لم يسبق لهم أن تعرضوا لها والذين لايحملون مناعة ضدها. فعندما انتشرت في فيجي عام 1875 (نتيجة لزيارة ملك فيجي إلى سيدني)، قتلت ما يقرب من ثلث السكان الفيجيين الذين كان يبلغ تعدادهم مئة وخمسين الف نسمة. ولكنها سرعان مااختفت من الجزيرة وكأنما كانت تحتاج لاستمرارها إلى نصف مليون نسمة على الأقل. وهي قد تصل أحيانا إلى مكان (مثل فيجي) عن طريق عدد من الناس أقل من هذا، لكنها لاتستطيع البقاء. ففي آيسلندة، كانت هناك، قبل الحرب العالمية الثانية، فجوات بين الوباء والآخر تمتد إلى سبع سنوات. ولم تصبح الحصبة مشكلة دائمة إلا بعد عام 1945، عندما دلت الحركة من آيسلندا وإليها على أن الآيسلنديين أصبحوا جزءا من السكان الأوروبيين ككل. كان الإنسان يعيش على شكل مجموعات تتألف من نصف مليون نسمة أو أكثر على مدى ألفين أو ثلاثة آلاف سنة، ولهذا يجب أن تكون الحصبة مرضا حديثا نسبيا. كانت صدمتها الأولى أكثر إضرارا من تأثيرها على السكان الذين تعايشوا معها على مدى أجيال.

يعني التبدل المتواصل في نموذج الخمج أن التطور لايمكن أن يهدأ: بعيدا عن إتقان تكويننا، تواجهه دائما مشكلات جديدة. فالإنسان قبل عشرة آلاف سنة، كان

يعيش في زمر صغيرة. لذلك كان المرض المعدي نادرا. ولا شك في أنه كان هنا وهناك كثير من ***القمل والديدان الشريطية*** لأن حياتها المديدة ونزوعها إلى تجديد عدوى مضيفها يعني أنها لم تكن بحاجة إلى عدد كبير من الناس لكي تبقى. وعموما، كان العالم القديم عالما معافى. وبدلا من ذلك، كان الناس يجوعون، أو يتجمدون أو تأكلهم النمور. وكان الخمج مشكلة محلية حتى عندما ينفجر. وهناك بقايا من هذاالنموذج بين القلة الباقية من مجتمع الصيد والجمع. اكتشف في الخمسينات، أن جماعات قبلية مختلفة من هنود اليانومامو تختلف إلى حد كبير من ناحية الأضداد التي تحملها. ففي بعض القرى، كان كل واحد يحمل ضدا لـ ***الحماق***، بينما لم يصل هذا المرض أبدا إلى قرى أخرى، ولكن كافة السكان الأحياء فيها كانوا أصيبوا ***بالأنفلونزا***. وكان لدى كل قبيلة صغيرة قصة مختلفة حول العدوى. فقد كان نموذج المرض ميزانا بين ممرض جديد وصل صدفة ووباء محلي سرعان ما انتهى عندما أصبح كل واحد منيعا أو مات. النموذج نفسه للحياة والموت موجود في الوقت الحاضر عند قردة الشمبانزي. واليوم، أصبحت جزر هنود اليانومامو الصغيرة متصلة مع باقي العالم، بأمراضه، وباتت تعاني من نتائج ذلك.

تزايد عدد السكان الإنسانيين مع ظهور الزراعة وراحوا يتجمعون على شكل تكتل قاري. وظهرت مجموعة جديدة كاملة من الاضطرابات. فقد بدأت تظهر ***الطفيليات المحمولة بالماء***، مثل ***المنشقات*** التي تحملها الحلازين، وساعدت سقاية المزروعات على ذلك. واكتشفت بيوض المنشقات في موميات تعود إلى 1200 ق.م. وما زال داء المنشقات (البلهارسيا) شائعا في مصر حتى اليوم. وربما كان كثير من الطواعين التوراتية أمراضا جديدة انتشرت عندما ازداد عدد السكان في مصر إلى درجة تكفي لإدامتها.

جاءت بعض الأمراض المعدية من الحيوانات. ***فطاعون الماشية*** قريب وثيق للحصبة. وهذه قد تكون تطورت منه. واكتشفت العلاقة الوثيقة بين اللحماق والأبقار وبين ***مرض النوم*** والحيوانات البرية المصيدة. ولم تكن الطفيليات بحاجة إلا لتغيير بسيط يتيح لها أن تصيب مضيفا جديدا، هو الإنسان العاقل. هذه العملية نفسها مشغولة اليوم بموجات "***الأنفلونزا الآسيوية***" التي تجتاح العالم أحيانا. وتتولد كل سلالة في مزارع البط في الصين فتقوم واحدة من تلك السلالات كل بضع سنوات بمهاجمة ملايين الناس في مختلف أنحاء العالم ثم تختفي إلى أن يظهر شكل طافر جديد.

ظهرت بعض الأمراض ثم اختفت بشكل غامض ولم يتمكن أحد أبدا من تعيين هويتها. ففي القرون الوسطى، تفشى في مدن أوروبا ***هوس الرقص*** الذي شارك فيه آلاف الناس. وربما عزي انتشاره إلى هستيريا شعبية، ولكن نظرا لوجود أورام وألم، فلا بد إذن من وجود سبب عضوي. ففي إيطاليا، كانوا يطلقون على المرض اسم ***الرتيلانية*** ووصف (خطأ) على أنه ينجم عن عض العناكب. ومن المحتمل أن يكون رقص القديس فيتوس، مع رؤاه للرب، من النوع نفسه. وكانت هذه الجوائح قد بدأت في ألمانيا في القرن الحادي عشر واختفت في القرن السابع عشر. وكان لبريطانيا مرضها الغامض والعابر الخاص بها؛ هو العرق الإنكليزي، الذي ظهر واختفى عدة مرات بين 1480 و1550، وكانت تأثيراته مرعبة. انتقل هذا المرض إلى لندن عن طريق الجنود الذي هربوا في معركة بوسوورث، ووصل إلى ذروته بعد شهر، وكان يقتل تقريبا من يصاب به خلال يوم واحد. وأغلقت جامعة أوكسفورد لمدة ستة أسابيع. وظهرت عدة أوبئة خلال السنوات الخمسين التالية، وانتشر بعضها إلى البر الأوروبي، حيث كان معدل الوفيات مرتفعا إلى الحد الذي كانت توضع فيه ثماني جثث في القبر الواحد. وبدأ آخر وباء في ستروسبوري، في عام 1551، فقتل الآلاف. ومنذ ذلك الوقت، اختفى الوباء ولم يعرف أحد عنه شيئا.

كان أبقراط (عاش في القرن الرابع قبل المسيح) أول من وصف الأعراض بصورة تكفي لتشخيص المرض بكل ثقة. كانت بلاد اليونان القديمة تعاني من الخناق، والتدرن والأنفلونزا، ولكن مامن سجل فيها يشير إلى وجود ***الحماق*** أو ***الطاعون الدبلي*** أو الحصبة. أدت الحركة بين الحضارات العالمية إلى مجموعة جديدة من الجوائح. وكان الحماق موجودا في الهند قبل المسيح بألف سنة، ولكن فترة حضانته القصيرة تدل على أنه كان يقتل حملته بسرعة ولم يكن ينتقل برا. ووصل إلى أوروبا عن طريق البحر، وأحدث أول جائحة في روما عام 165 ق.م. وربما ساعد في انتشار المسيحية المبكرة. لأن المصاب كان يستفيد من مجرد إعطائه كأسا من الماء. وتذكر السجلات الأنكلوسكسونية وقوع مايقرب من خمسين جائحة حماقية بين 526 و1087.

ازدادت الأمور سوءا في البلدات الرئيسية الكبيرة. أما الحواضر فحالة حديثة. فقبل 1800، كان أوروبي واحد فقط من كل خمسين شخصا يعيش في مدينة يزيد عدد سكانها عن مئة ألف نسمة. وكانت هناك حركة من الريف على مدى أكثر من ألف سنة، ولكن الأوبئة دلت على أنه مامن مدينة كانت مكتفية بذاتها من الناحية

العددية قبل القرن التاسع عشر. فكان عدد سكان لندن في عهد بيبس[1] مئة الف نسمة، لكنها كانت تحتاج سنويا إلى خمسة آلاف مهاجر للمحافظة على عدد سكانها في مواجهة الجائحة.

قتل *الطاعون* مليونا من الناس في انكلترا في القرون السابقة لعصر بيبس، ولكن وبائيتها النهائية والأسوأ وقعت أثناء حياته. ففي كانون الأول، عام 1664، مات فرنسيان في "دوري لين". وفي حزيران التالي كتب بيبس في دفتر يومياته: "في هذا اليوم، رأيت في "دوري لين"، رغما عني، أبواب بيتين أو ثلاثة توسم بعلامة الصليب الأحمر، وليرحمنا الرب، رأيت كتابة هناك: كان مشهدا محزنا بالنسبة لي، لأنه كان، على ماأذكر، أول مشهد رأيته من ذلك النوع في حياتي. فقد غرس في ذهني مفهوما سيئا عن ذاتي ورائحتي، إلى الحد الذي وجدت نفسي مضطرا لشراء بعض التبغ الملفوف للشم والمضغ فأبعد عني الخوف". وفي صيف ذلك العام، هرب ثلثا سكان لندن وتفشى المرض في سائر أرجاء انكلترا. وانتهت حلقة الجوائح الوبائية، التي ضربت لندن ووصلت ذروتها بطاعون 1665، باستبدال سقوف القش (ومعدلات السكان) بألواح الأردواز بعد الحريق الكبير عام 1666. وحدث آخر طاعون أوروبي بعد قرن من ذلك التاريخ في البلقان. وكثيرا ما دخل المرض بعد ذلك، ولكنه، مع ذلك، لم ينتشر ابدا.

كبح المُمْرِضات مسألة حديثة. ففي انكلترا، تواصلت حلقات الإفناء إلى ما قبل ثلاثمئة سنة. وانخفض العمر المتوقع من 42 إلى 30 سنة في القرن السابع عشر، ولم يعد إلى مستواه القديم إلا في العهد الفيكتوري. وأعلى معدل للوفيات كان في القرى الفقيرة. وكانت *الحميات* هي السبب. كل هذا كان يعني أن مجندي المدن الذين يساقون إلى الخدمة العسكرية كانوا أفضل أداء من الشباب المعافين القادمين من الريف. وعلى الرغم من أن الجنود الحضريين كانوا محتاجين وضعاف الأجسام، فإن تعرضهم المتواصل للعدوى أكسبهم مناعة ضد الأمراض التي كانت تذبح أقرباءهم الريفيين بسرعة عندما يجبرون على الحياة في ثكنات مزدحمة.

ويتواصل ظهور أمراض جديدة معدية. فقد ظهر في أفريقيا في عام 1970، إضافة إلى الإيدز، وباء أخر غامض، عندما انتشرت حمى إيبولا المميته-لم تكن معروفة سابقا-فقتلت نصف الذين أصيبوا بها. يمكن للتغيير، حتى وإن كان طفيفا، أن يقدح مرضا جديدا. ففي العقد الماضي، أصبح داء لايم (نسبة إلى قرية لايم، في

---

[1] - صموئيل بيبس (توفي 1703)، كاتب يوميات وموظف في الأسطول الإنكليزي. المترجم

كنتاكي، حيث ظهر لأول مرة)، وهو المرض المحمول حشريا، هو الأوسع انتشارا في الولايات المتحدة، مع أكثر من عشرة آلاف حالة سنويا. ويسبب التهاب المفصل وعددا من الأعراض العصبية المؤلمة. ويعزى إلى متعض مجهري يقضي جزءا من حياته عند قرادة وجدت على أيل أبيض الذيل. وظهرت قبل قرن بضع إصابات بداء لايم ولكنه أصبح مؤخراً أكثر شيوعا مع انتقال الناس إلى الضواحي وتعرضهم للأيائل التي تكثر هناك. كان التصْحاح Sanitation في القرن التاسع عشر يشير إلى أن المدن أصبحت أكثر أماناً. ولكن قواعده كانت مكلفة. فقبل مد المجارير، كان كل طفل تقريبا معرضا لجرعة صغيرة ثابتة من حمة التهاب سنجابية النخاع Polio. ويعمل الجهاز المنيع عندهم بفعالية عالية فيصبح أكثرهم مقاوما. وعندما تمت تنقية مياه الشرب، لم يصب بالمرض سوى قلة من الأطفال الذين يضعهم سوء الطالع على تماس مفاجئ مع الحمة.

مازال المرض يعتبر بلاء في معظم أرجاء العالم. حيث يموت سنويا عشرة ملايين من الأحياء من داء الحصبة، وخمسة ملايين من الإسهال، مع أنه يمكن، بشيء من الإدارة السياسية، كبح هذه الأمراض عن طريق اللقاحات وتنقية مياه الشرب. والبلهارسيا، التي يمكن احتواؤها بسهولة، خمج آخر يهاجم مئتي مليونا من البشر. ولكن الاصطفاء الطبيعي لا يمكن أن يركن إلى الهدوء وهو يواجه هجوم مجموعة من أعداء التغيير. وكلما اكتشف المزيد من الوراثيات الإنسانية، بدت أهمية المرض أكبر، سواء كان باقيا أو خامدا. قد يكون شطر كبير من حجم الاختلاف الإنساني تخلف من بقايا معارك الماضي ضد الخمج وربما كان كثير من النزعات الوراثية عبر العالم ناجما من الاصطفاء الطبيعي من قبل المرض، في العصر الحاضر أو في العصور الماضية.

والمرض نفسه يتطور أيضا. وبخلاف ذلك، تنطفئ عوامله بسرعة. كانوا يفترضون سابقا أن هذا التطور يجب أن يؤدي حتما إلى هدنة مع أولئك الذين يصابون بالخمج: كان يبدو أن أفضل استراتيجية بالنسبة لممرض حي هي الاحتفاظ بمضيفه–موطنه الأم–على قيد الحياة. ولكن الجينات التي تدفع الممرض تتطور لمصلحتها الخاصة لاغير. فإذا كان قتل المريض هو الوسيلة الأكثر فعالية لزيادة عددها، فإن التطور سوف يؤمن الوسيلة اللازمة لفعل ذلك.

ربما كان الإيدز فيما مضى مرضا حميدا نسبيا. ففي السنغال، حيث تكون مستويات الاختلاط الجنسي قليلة، لا تلحق الحمة أذى كبيرا بمن يحملها. بل إنه يبقى على قيد الحياة فترة طويلة تكفي لقيامه باتصال جنسي اخر (ربما بعد سنوات

كثيرة) لكي يؤمن للحمة موطنا جديدا. ومع الإفراط في الاتصالات الجنسية فقط- كما عند سائقي الشاحنات في شرق أفريقيا أو اللوطيين النيويوركيين قبل عشرين سنة-تصبح الحمة مؤذية كما هي عليه الآن. فهي قادرة على التكاثر داخل المضيف على أمل أن ينقل الخمج قبل موته. وما يبدو شبيها بتحسينات اجتماعية قد تقوم بالدور نفسه. ***فالكوليرا*** كانت قبل ظهور المراحيض الثجاجة (التي كانت في أيامها الأولى تفرغ مباشرة إلى الأنهار) أقل خطرا. وكان ينبغي لها أن تبقي على ضحيتها سليما فترة طويلة تكفي لانتقاله إلى قرية أخرى لكي يلوث آبارها بعصيتها. وعندما أصبح بإمكان المريض أن ينقل العدوى إلى مئات إضافية عن طريق صب فضلاته في نهر، أصبحت شرسة: كانت الضرورة تقتضي إبقاء المريض حيا فقط لكي يصل إلى دورة المياه. وليس مهما أبدا إذا مات بسبب فقدان السوائل وهو يضخ ملايين الجراثيم.

سوف أركز على استجابة الجنس البشري الوراثية لخمج واحد فقط؛ إنه الصراع التطوري ضد ***الملاريا***. يصيب هذا المرض ثلاثمئة مليونا من الناس، فيقتل منهم حوالي مليونين كل عام، نصفهم من الأطفال الأفارقة. ويعيش نصف سكان العالم تقريبا في مناطق موبوءة به. ويشير أحد التقديرات إلى أن معدل الوفيات سيتضاعف خلال السنوات الثلاثين التالية. تسببت زيادة الأسفار في زيادة سرعة انتشار المرض. فتستورد بريطانيا سنويا أكثر من ألفي حالة، وفي بعض الأحيان، ينتقل المرض إلى جنوبها عن طريق البعوض المحلي. وفي الولايات المتحدة، بمدنها الدلتاوية الحارة والرطبة، تستعيد الملاريا وبائيتها وتصبح أكثر خطورة (خصوصا عندما وجد البعوض أمكنة جديدة للتكاثر كمقابر الإطارات المملوءة بالمياه الراكدة والتي تشوه المنظر الطبيعي هناك).

يسبب المرضَ طفيلي وحيدُ الخلية، وهو واحد من عدة أنواع من المتصورة، التي تنتقل عن طريق البعوض. إناث البعوض أكثر فتكا من الذكور، لأنها تشرب الدم الضروري لإنتاج البيوض. تقوم البعوضة بحقن المتلقي بالطفيليات الموجودة في غددها اللعابية. فتتضاعف تلك الطفيليات إلى حد كبير؛ إذ يمكن لخلية خامجة أن تنقسم وتنتج عشرة آلاف حفيد. ويدخل هؤلاء إلى الدم، ويقتحمون الكريات الحمر وينقسمون من جديد. تحتاج خلايا المتصورة إلى الحديد، الذي تستمده من هيموغلوبين المضيف. ولذلك، يمكن أن يؤدي إعطاء الأطفال الأفارقة الناقصي التغذية إضافات من الحديد إلى تفجر جديد للملاريا الهاجعة. يؤثر أحد الأدوية عن طريق تنظيف الدم من الحديد الأمر الذي يسبب تجويع الطفيلي بشكل فعال.

قد تحدث ملاريا مخية قاتلة إذا دخلت الطفيليات إلى الدماغ. وحتى لو لم تفعل، فستكون هناك نوبات من الحمى على شكل موجات جديدة تنبثق من مستودع في الكبد. ويعزى الكثير من أعراض الملاريا إلى تحرير الحديد والمنتجات السمية الأخرى المتفككة الناجمة عن هضم الدم.

عندما تقوم بعوضة بعض الضحية، تدخل الطفيليات طورها التالي. وتعيش المتصورة داخل الكائن الإنساني حياة استقامة لا غبار عليها، فهي لا تنجز إلا القليل ولكنها تنتج عشرات الآلاف من النسخ المثيلة لها. وهي عند البعوضة لها حياتها الجنسية الخاصة بها. هنا، تنضج الذكور والإناث وتتزاوج، فتنتج أمتزاجات جينية Combinations جديدة بين ذريتها. ويهاجر الجيل التالي إلى الغدد اللعابية، حيث يكون جاهزاً للحقن إلى إنسان مكشوف وتبدأ الدورة من جديد.

هناك عدة أنواع من طفيلي الملاريا، ولتلك الأنواع قصة تطورية مدهشة. فالجينات في هيولاها تشبه الجينات الموجودة في النباتات الخضراء. وربما كانت لهما، في الماضي البعيد، قرابة مع النباتات الوحيدة الخلية (لعلها تلك التي تسبب مكافئاتها الحديثة "التيارات الحمراء" التي تقتل الأسماك). قد يكون هذا الدليل تخمينيا إلى حد ما. ولكن هناك دليل أفضل حول التطور الحديث لذلك الطفيلي. ويستند إلى كون الدنا في الشكل الأكثر سمية، أي المتصورة المنجلية، يشبه الدنا في المتصورة التي تخمج الطيور. الطفيليات الأخرى للملاريا أقرب، من الناحية البيولوجية، إلى الطفيليات التي تهاجم القردة. وقد يعزى اعتدالها النسبي إلى طول أمد تاريخها التطوري عند أقربائنا.

تحتاج المتصورة ***الوبالية*** لبقائها إلى كثافة سكانية كبيرة. وربما بدأت قبل عشرة آلاف سنة بمهاجمة أعداد كبيرة من الناس، وذلك عندما تحول الأفارقة من حياة الصيد في السهول الاستوائية إلى الحياة الزراعية على أطراف الغابات. وعما قريب قد يصبح بالإمكان إثبات هذه الفكرة: اكتشف بعوض متحجر وفي داخله دم إنساني وقد يثبت في النهاية أنه يحتوي على عوامل الملاريا.

يمكن التعرف إلى أعراض الملاريا عن طريق الكتابات القديمة، المصرية والصينية. وكان أبقراط أول من قال بوجودها في الأمكنة الرطبة. فالمنطقة المستنقعية حول مدينة روما (كامبانيا) لم يسكنها أحد على امتداد الجزء الأكبر من تاريخها بسبب الملاريا الوبائية والمرض الذي قضى على ازدهار المدن الساحلية

في بلاد اليونان الكبرى، مثل سيباريس وسيراكوزا[1]. وبسبب الملاريا، هجر سهل اليانغ الخصيب على مدى ألف سنة. ومع تقدم الاستكشافات، انتشر هذا المرض إلى كل أنحاء العالم. فقد كان شائعا في أنجليا الشرقية. وكان فريق كرة القدم في العاصمة النرويجية يرتدي قمصانا صفراء انسجاما مع التسمية "البطون الصفراء" التي كانت تطلق على السكان المحليين بعد إصابتهم باليرقان الذي سببته الملاريا المزمنة. وكان هذا المرض قتل الملك جيمس الأول [2] وأوليفر كرومويل؛ وخشي وولتر روليه أن يفسر ارتجافه من البرداء وهو على وشك أن يشنق على أنه خوف من الشنق.

يبدو أن هناك صيغة من التعايش القلق بين طفيلي الملاريا ومضيفه، مع أن الملاريا تصيب مئات الملايين وتهلك الملايين. وقد هيأ التطور العشرات من مختلف الطرق لإحباط نشاط هذا الطفيلي. والطريقة التي اتبعتها الإنسانية لمواجهة المرض تظهر، أفضل من أي شيء آخر، عوامل القوة والضعف في الاصطفاء الطبيعي. وظهرت كل أنواع الدفاعات وهي، غالبا، دفاعات تختلف باختلاف الأمكنة. وبعضها فعال، وبعضها الآخر أقل فعالية؛ ويفرض بعضها كلفة باهظة على من يستخدمه.

لكي يدخل الطفيلي إلى الخلية الحمراء، لابد له من الالتصاق بها. ويستخدم لهذا الغرض الزمرة الدموية دوفي Duffy [3] كموضع ارتباط. ويحقق كثير من الناس في غرب أفريقيا ***طفرة تبدل شكل هذا الموضع*** بحيث لايتمكن الطفيلي من الالتصاق بسطح الكرية. وتعرف هذه الزمر تحت اسم زمر "دوفي السالبة" وهي حصينة ضد المرض. زمر دوفي والزمر الدموية الأخرى هي مجرد عينة بسيطة جدا لمختلف المستضدات التي تحملها الخلايا. وهناك، في أفريقيا الموبوءة بالملاريا، مزيج من هذه المستضدات التي يندر وجودها في مكان آخر. إذا أصيب بالخمج الناس الذين يحملون المجموعة الصحيحة من المستضدات، تكون أعراضهم أقل شدة، ربما لأن المتصورة تجد صعوبة أكبر في النفاذ إلى الخلايا الحمراء.

---

1 – مدينتان أغريقيتان كانتا في جنوب إيطاليا. المترجم

2 – أول ملوك اسرة ستيوارت في بريطانيا (1566–1625). المترجم

3 -زمرة دموية تتألف، بصورة رئيسية، من مستضدات Fy^a و Fy^b، وتحدد عن طريق الجينات الأليلية. المترجم

إن فهم السبب في وجود اختلاف وراثي كبير على السطوح الخلوية هو واحد من الألغاز الكبيرة في علم الحياة. وهذا الاختلاف مهم لأنه هو الذي يمنع الناس من تقبل أنسجة بعضهم بعضا. ولكنه، بكل تأكيد، لايتطور بحيث يخلق صعوبة في وجه الغرائس الكلوية. قد يكون هذا الاختلاف، في جزء منه، أثرا من تاريخ الاصطفاء الطبيعي الذي يمارسه المرض ، بمستضدات خاصة مفضلة لأنها محصنة ضد أخماج نوعية. ولابد أن يكون الاصطفاء، في حالة الملاريا، قويا جدا لأن نصف السكان في غرب أفريقيا يحملون مستضدات وقائية مع أن الشكل الأكثر حدة من المرض كان قريبا فقط على مدى خمسمئة جيل إنساني تقريبا.

بعد دخولها إلى الكريات تواجه المتصورة دفاعات أخرى. فهناك، عند الناس على سواحل البحر الأبيض المتوسط والشرق الأوسط، ***طفرة تخفف من فعالية الإنظيم داخل الكريات***. مما ***يضعف قدرتها على البقاء*** حية عندم يدخلها الطفيلي، ***فتموت مع الغازي***.

توصل التطور إلى حيلة أوسع انتشارا في معركته ضد الملاريا، وتتضمن تلك الحيلة ***تغييرات الصباغ الدموي***، أي الهيموغلوبين. وهناك العشرات من هذه الطفرات. ففي غرب أفريقيا، يحمل ثلث الأطفال نسخة أو نسختين من جينة الهيموغلوبين الطافر تعرف بالخلية المنجلية. ويحدث عندهم تغيير واحد في الدنا. وهذا يؤدي بدوره إلى تغيير واحد في أحد الأحماض الأمينية، أي حجارة البناء التي تركب الصباغ الأحمر في الدم. فعندما يقوم طفيلي بمهاجمة خلية عند شخص يحمل خلية منجلية، يشكل الهيموغلوبين أليافا. ***وتنهار الخلايا***، مما يظهر نمو الطفيلي. هذه العملية فعالة جدا. لأن الطفل الذي يحمل نسخة واحدة من الجينة يتمتع بحماية 90% ضد شدة الأعراض.

هناك في الهند والشرق الأوسط طفرات تشمل أحماضا أمينية أخرى في الهيموغلوبين الذي يعمل بالطريقة نفسها-أي أن الخلايا المخموجة تلجأ إلى الانتحار. وقد طور القبارصة وآخرون غيرهم دفاعات أكثر فعالية. هنا، ***تلغى كافة أقسام جزيء الهيموغلوبين***، الأمر الذي يعرقل نمو المتصورة كما قلنا. وقد تتأثر كلتا سلسلتي الأحماض الأمينية التي يتركب منها الهيموغلوبين. يطلق اسم "تلاسيمية" (فقر الدم البحري) على هذه الأمراض وربما تدل هذه التسمية على أماكن انتشار المرض (في هذه الحالة البحر الأبيض المتوسط). وأحيانا، تقتضي الاستجابة للملاريا الاستمرار إلى حياة الهيموغلوبين الراشدة الذي يوجد على نحو سوي فقط عند الجنين.

إلى هنا، تبدو الصورة مشوشة إلى حد ما. أما وأنه بات بالإمكان استخدام الدنـــا لدراسة مايجري على نحو أكثر تفصيلا، لذلك تصبح الأمور أكثر تعقيدا. وما بـــدت أنها آلية الدفاع نفسها في أمكنة متباعدة، ثبت في النهاية أنها مختلفة جدا من الناحيـة الوراثية. فهناك، على الأقل، عشرون (وربما أكثر) إلغاء مميزا لقطع صغيرة مـــن سلسلة الهيموغلوبين، ولكثير من مختلف الإشارات الوقائية على السطح الخلـــوي. وأجبر مامجموعه مئات الطفرات على المساهمة في الصراع ضد الملاريا. وإضافة إلى ذلك، يبدو كما لو أن الآلية نفسها-الخلية المنجلية مثلا-ظـــهرت مســـتقلة فـــي التجمعات السكانية في أمكنة متباعدة. فقد عرفت في أفريقيا أربع بـــؤرات ممـــيزة للجينة المنجلية، وكل منها تترافق بمجموعة مختلفة مـــن المتغـــيرات فـــي الدنـــا المحيطية، وبؤرة واحدة من الهند.

وهناك أيضا قلة من بقع هيموغلوبين الخلايا المنجلية في أوروبا حيـــث يحمـــل الطفرة في بعض الأمكنة أناس من البيض. واحدة من هذه البقع موجودة فـــي بلـــدة كوروش، في وسط البرتغال، حيث كانت الملاريا قديما شائعة هناك. ومع أن معظـم الدنا عند هؤلاء الناس مشابهة للدنا عند باقي الأوروبيين، فإن الدنا حـــول جينتـــهم المنجلية من النمط الموجود فقط في غرب أفريقيا. أحضر البرتغاليون إلى الوطـــن العبيد من أفريقيا في عام 1444، وبعد قرن، أصبحت منطقة الغارف معمورة كلـــها تقريبا بالأفارقة وأطفالهم، ومعظمهم من آباء من البيض. ويجب أن يكـــون حمـــل الخلية المنجلية الكثيرون من هؤلاء الأطفال. فوفرت لهم تلك الخلية الوقايـــة ضـــد المرض المحلي، الملاريا، إلى الحد الذي نمت معه هذه الجينة الأفريقيـــة الخاصـــة وانتشرت مع أن جينات البشرة السوداء امتصت من قبل السكان المحليين ثم اختفـت بعد مئات السنين.

تتضمن قصة الملاريا بعض الدروس المهمة فيما يخص نظرية التطور. صـــدف أن كتبت أول مسودة لهذا الفصل أثناء مشاهدتي للتلفاز وهو يعرض صور الجماهير حول البرلمان الروسي وهم يقيمـــون المتـــاريس بعـــد الانقـــلاب ضـــد ميخـــائيل غورباتشوف. كانوا ينتزعون أي شيء تصل إليه أيديهم لبناء حاجز بدائي جـــاهز، يساعد، على الأقل، في عرقلة تقدم الدبابات إذا لم يساعد في إيقافـــها. وبالطريقـــة ذاتها، استجاب الاصطفاء الطبيعي للملاريا. فكلما حدثت طفرة قد تكون مفيدة كـــانت تستخدم في محاولة لتوقيف الغازي. وتوفرت جينات مختلفة فـــي أمكنـــة مختلفـــة؛ وكانت تستخدم أسهلها منالاً حتى وإن لم تكن الأصلح. وقد يكون الحل الذي يـــبرز متلافاً وغير فعال. ويتميز التطور بهذه القـــدرة علـــى "الاســـتعاضة والتصحيـــح".

ويوضح سبب عدم كون أي مخلوق حلا اقتصاديا لائقا لمشاكل تاريخـــه الخـــاص ولماذا تكون الحياة، في الأساس، فوضى كبيرة.

إن تطور مقاومة الملاريا يظهر نفعية الوجود أفضل من أي شيء آخر. وهنـــاك نموذج تشريحي مشهور للشيء نفسه. ففي كافة الثدييات، هناك عصب قحفي واحـــد يلتف قليلا حول واحدة من الفقرات الرقبية. والعصب إياه عند الزرافة، على الرغـــم من الامتداد الكبير لعنقها، بدلا من أن يسلك طريقا مختصرة إلى الدماغ، فإنه يمتـــد نزولا إلى الأسفل ثم يعود إلى الصعود من جديد. وهو عند الزرافة بعنقها الطويـــل، يمتد نزولا إلى الأسفل ثم يعود صعودا بدلا من أن يسلك طريقـــا مختصـــرة إلـــى الدماغ. الحلول الخرقاء لمعضلة تطورية، كما تظهر وراثيات مقاومـــــة الملاريـــا، شائعة حتى في المستوى الجزيئي. وربما توضح (مع أننا حتى الآن لا ندري كيف) لماذا يبدو أيضا معظم تركيب الدنا، ولنقلها بصراحة، وكأنه مسلخ كامل.

كثيرا ما يلجأ الناس، عندما يواجهون حالة طارئة، إلى حلول فجـــة يثبـــت فـــي النهاية أنها مكلفة على المدى البعيد. والتطور يفعل الشيء نفسه. فبعـــض الآليـــات الوقائية ضد الملاريا تلحق الأذى بالتجمعات السكانية التي تستفيد منـــــها. وعندمـــا ظهرت طفرة الخلايا المنجلية لأول مرة، كانت نادرة، لدرجة تشاركت فيـــــها كـــل نسخة تقريبا مع نسخة ملائمة عن جينة لا تتغير. هذا التركيب يحمي من العـــــدوى ويوفر لحملته بشكل عام صحة جيدة. وعندما أصبحت الخلية المنجلية أكثر شـــيوعا، ظهر الناس الذين يحملون نسختين (نسخة من كل والد) من الهيموغلوبين المتبـــدل. وكانوا يعانون من فقر الدم المنجلي، وهو داء شديد يمكن أن يؤدي إلـــى المـــوت. فكانت الخلايا الحمراء عندهم تنهار حتى مع عدم دخول الطفيلي إليها، الأمر الـــذي كان يسبب مجموعة من الأعراض المقعدة، بما فيها التلف الدماغي، والقصور القلبي والشلل. ويعاني من هذه الحالات، في بعض الأمكنة، واحد من كل عشرة أطفال.

إنه لثمن باهظ يدفعه الناس في سبيل الوقاية، مع ذلك، مأن بدأ الناس باســـتخدام هذه الجينة الخاصة، حتى أصبح من غير الممكن تفاديه. هناك آليات أخرى لمقاومة المرض (بما فيها التلاسيمية)، ولكنها تكلف الثمن نفسه. وبما أن أكثر مـــن واحـــد من كل عشرين شخصا في أرجاء العالم يحمل واحدة أو أخرى من هذه الجينـــات، فإن مئات الآلاف من الأطفال يولدون سنويا وهم يعانون من فقور الـــدم الوراثيـــة. ونعود فنقول: إن هذا لايضفي أهمية على فكرة الاصطفاء الطبيعي علـــى اعتبـــاره حميد التصميم.

هناك أشكال وراثية أخرى مختلفة، هي تلك التي نعتبرها اليوم مجرد مرض فطري، قد تكون بذاتها، كالخلية المنجلية، أثرا لدفاع ضد خمج (اختفى الآن). فقد اكتشف فقر الدم المنجلي عند الأمريكيين السود، مع أنهم لم يتعرضوا للملاريا. فإذا لم يكن معروفا أن فقر الدم ترافق بالخمج في مكان آخر في العالم، فإن وجوده عند مجموعة عرقية يعتبر لغزا. هناك مجموعات عرقية أخرى لها أمراضها الخاصة بها. فعلى سبيل المثال، يحمل واحد من كل ثلاثين من اليهود الغربيين (الأشكنازيم) جينة داء تي-سكس. ويعاني أولئك الذين ورثوا نسختين منها من تنكس مزعج في الجملة العصبية ينتهي بصاحبه إلى الموت. وهناك دليل هام على أن مقاومة أسلاف العائلات التي تحمل هذه الجينة للتدرن كانت أعلى من المتوسط. وبما أن السلين TB كان شائعا في الغيتووات الأوروبية التي جاء أكثر الأشكنازيم منها، لذلك، قد يكون داء تي-سكس أثرا من نظام الوقاية ضد الخمج الذي يبدو شبيها بفقر الدم المنجلي. وما زال الأحفاد يدفعون فاتورة حماية الأجداد. هناك أمراض أخرى - كالتهاب الفقار الرثياني، أو "التهاب الفقار الأقسط"-أكثر ميلا لضرب الناس الذين يحملون بعض مستضدات السطح الخلوي. وربما كان هذا المرض أيضا أثرا للاصطفاء الطبيعي الذي تمارسه الأمراض التي اختفت الآن.

تتصف الملاريا بصفات أخرى تجعلها عدوا لايرحم، حتى مع مواجهة الطب الحديث لها. فالتلقيح، مثلا، هزم كثيرا من الأمراض. ويمكن، عن طريق حقن نسخة مضعفة من الطفيلي، حث الجسم على إنتاج أضداد تهاجم الشيء الحقيقي إذا قام بغزوه. واستئصال الحماق نموذج رائع لنجاح هذه المقاربة. مع ذلك، تبين أن فكرة إيجاد لقاح ضد الملاريا ليست أكثر من أمل خادع. لأن العمل الحديث في وراثيات الطفيلي يظهر مدى صعوبة تحقيق هذه الفكرة. فالمتصورة متغيرة بشكل هائل. وواحد من مستضداتها السطحية الكثيرة (الذي يجب تقليده عن طريق أي لقاح ناجح) موجود في أربعين شكلا مختلفا. سبعة منها موجودة في قرية سودانية واحدة. والحياة الجنسية عند الطفيلي تزيد الأمور تفاقما. فهناك عدة جينات مبعثرة في كل مكان فوق صبغياتها الأربعة عشر، التي تنتج مستضدات السطح الخلوي الخاصة بها. وفي كل مرة تصل فيها المتصورة إلى بعوضة وتمارس الجنس، تعدل كلتاهما إلى تركيب جديد وفريد. يصاب الكثيرون من مرضى الملاريا بأكثر من ذرية واحدة من ذراري الطفيلي، ولذلك تظهر مزائج جديدة من المستضدات دون انقطاع. وقد تنقضي سنوات كثيرة قبل أن يحدث للملاريا ماحدث للحماق، هذا إذا حدث. فقد

انتهى هذا المرض إلى أن يكون خصما مراوغا وفعالا. وسوف نبقى على مدى فترة طويلة بحاجة إلى الجينات الواقية.

على الرغم من ذلك، اختفت أخماج كثيرة إلى الأبد. ويزعم بعض المتفائلين بأن قهر المرض، والبرد والمخمصة يعني أن الاصطفاء الطبيعي حقق نتيجة ما. فإذا كانت هناك قاعدة عامة واحدة ويجب أن نتعلمها من التطور فلا بد أن تكون توقع مالا يتوقع. ومن الممكن جدا أن تظهر جوائح جديدة وتسبب من الأذى بالقدر الذي تسببه الملاريا، أو أن تستعيد قوتها تلك الجوائح التي تبدو وكأنها مشرفة على الانطفاء، كالملاريا بالذات.

نتعلم من قصة المعركة ضد المرض بعض الأمور المفيدة. وبغض النظر عن تصميم وقاية بسيطة وفعالة، فإن الاصطفاء الطبيعي يتشبث بأية قشة حال ظهورها. فهو يعمل كشخص متعدد الحرف أكثر مما يعمل كمحترف. وكثيرا ماتبدو منتجاته وكأنها خطط لها بشكل سيء يدعو إلى الدهشة إن لم نقل بتهور، وصنعت بفجاجة. فإذا كان الإنسان جبل فعلا على صورة الإله، فإننا لانستطيع أن نقول الكثير بخصوص الهندسة الإلهية.

تتميز هذه المقاربة الجزافية بقدراتها. فعندما يستخدمها المهندسون ومبرمجو الحاسبات الألكترونية، يمكن أن توفر وسائل دقيقة وغير متوقعة للتعامل مع المشاكل. فقد تطورت ريشات العنفة وفوهات الرش وفن الحاسب عن طريق استخدام منطق الاصطفاء لكي تقوم بما يقوم به في العالم الحي: لإنتاج تصميم معقد دون مصمم.

ولكن الاصطفاء الطبيعي لم ينتج، خلال تاريخه الذي يقدر بثلاثة بلايين سنة، ولو ريشة واحدة لعنفة أو حتى عجلة، بغض النظر عن الأثر الفني؛ مع أنه نجح في تكوين العيون، والأدمغة والأعضاء الأخرى المعقدة جدا. وما مقاربة الاصطفاء المثابرة إلا نتيجة لضعفه الكبير. والعجلة، أو الساعة تحتاج إلى خطط هامة طويلة الأمد. وليس هناك مثل هذا الشيء كمرحلة أولى تجريبية وصنع كل منها يتطلب قفزة عقلية لا يمكن للاصطفاء أن يحققها. تكتيكات الاصطفاء الطبيعي رائعة ولكنها من غير استراتيجية، ولكن مواصلة التكتيك دون اعتبار للكلفة وطول الأمد، يمكن أن تنتهي إلى أمكنة لا يحلم بها أي استراتيجي.

الفصل الثاني عشر

12 انتقام كاليبان [1]

إنها لحبكة معقدة تلك الحبكة في الرواية الفيكتورية ***دانييل ديروندا***، لمؤلفها جورج إليوت. فهي تتحدث عن مغامرات دانييل نفسه، وهو ابن بالتبني لأحد البارونيات. وبعد حوالي مئة صفحة، يظهر اهتماما مذهلا بالقضايا اليهودية وفيما بعد يعرف أن دانييل ديروندا كان، ودون أن يعلم، ابنا لامرأة يهودية. وهكذا انتصرت بيولوجيته على تربيته.

دور الوراثة مقارنة بدور التجربة يمثل هاجسا عند الكثيرين من الناس. إنه هاجس يرقى إلى ماقبل علم الوراثة بفترة طويلة. وشكسبير أيضا يقول في مسرحيته ***العاصفة*** على لسان بروسبيرو وهو يصف كاليبان، "إنه شيطان، شيطان بالفطرة، طبعه لايمكن أبدا أن يلازم تطبعه". وهناك دراسات لم تنته بعد حول ماإذا كانت الموهبة الموسيقية، أو الإجرامية أو الذكاء، وهو أحدثها، موروث أو مكتسب. وأخطر من ذلك تلك المناقشات التي تدور حول دور الجينات والبيئة في كبح أمراض كالسرطان أو الاعتلال القلبي.

ذهب غالتون، في ***العبقرية الوراثية***، إلى أبعد من ذلك ليثبت أن الموهبة وراثة في العائلات وقد تم ترميزها في بيولوجيتنا. ومن الغريب فعلا ألا يشير إلى أن أكثر من نصف "عباقرته" ظهروا في عائلات ليس لها تاريخ مميز إطلاقا. ومن الإجحاف أن يركز فقط على أولئك الذين يعززون آراءه في نظرية الوراثة. وأكثر المزاعم التي تقول بأن الموهبة (أو الافتقار إليها) موروثة، لاتجد سندا لها، شأنها في هذا شان عباقرة غالتون، إلا في بعض الحكايات المختارة. فقد اختفى من عالم الموسيقا بعد بضعة أجيال فقط حتى أحفاد جوهان سيباستيان باخ. ومن ناحيتي، أقوم بين الحين والآخر بتوضيح عقم استخدام التشابه العائلي للتأكيد على أهمية علم الحياة عن طريق التساؤل حول أي صفة من كافة صفاتنا هي التي تحقق تماثلا أكبر بين

---

[1] –العبد الهمجي المشوه في مسرحية العاصفة لشكسبير. المترجم

الآباء البريطانيين وأطفالهم-أو أخواتهم وأبناء عمومتهن وعماتهن. والتصفية المصرفية هي الجواب.

مع ذلك، تتميز مسألة الطبع إزاء التطبع بجاذبية لا حدود لها. فهناك عشرات من الدراسات التي ترمي إلى إثبات أن السلوك يخضع للتحكم الوراثي. وفي الولايات المتحدة، على وجه الخصوص، أخضعت مجموعات العائلات المتنكسة كلها للتقصي: قبيلة إشمايل، وعشيرة جيوكي والكاليكاكس (اسمها المستعار يوناني ساخر كناية عن الـ صالح/طالح). وجرى تتبع النسب عند واحدة من تلك العائلات وصولا إلى واحد من بحارة القرن الثامن عشر كان تزوج من امرأة شريفة كما كان على علاقة جنسية مع إحدى المومسات. فأنتج فرع امرأته عائلة تتميز بفضيلة العفة، أما الفرع الآخر فكان عبئا على المجتمع. ولا حاجة إلى القول بأن هذه الحكاية تثبت أن الأخلاقية تكمن في الجينات.

يتساءل معظم علماء الوراثة المحدثين حول الأهمية النسبية للطبع والتطبع في التحكم بالمدى السوي لبلادة السلوك الإنساني، وذلك لسببين: أولا، لأنهم قلما فهموا وراثة صفات معقدة (كالطول، أو الوزن أو السلوك الذي يقاس أكثر مما يقدر) حتى عند مخلوقات بسيطة كالذباب، أو الفئران وحتى عند دراسة صفات كالحجم أو الوزن الذي يسهل تعريفه. والثاني، وهو الأكثر أهمية، لأنهم يعرفون أن السؤال الأزلي-الطبع أم التطبع؟-لا معنى له البتة. والجواب الوحيد عليه هو: إنه سؤال غير صحيح.

مع أن علم الوراثة يدور بكامله حول الوراثة، فلا شك في أن الوراثة لاتدور كلها حول الوراثيات. وكل الصفات الوراثية تقريبا، التي هي أكثر تعقيدا، تتضمن جينة وبيئة تعملان معا. ومن غير الممكن تصنيفها إلى أجزاء مناسبة. وصفة، كالذكاء، كثيرا ماينظر إليها بمثابة كعكة يمكن شطرها إلى مجرد "جينة" ومجرد "بيئة". وفي الواقع، يتم مزج الجزأين بشكل محكم جدا بحيث تكون محاولة فصلهما شبيهة بمحاولة عدم خبز الكعكة. والفشل في فهم هذه الحقيقة البيولوجية البسيطة يؤدي إلى الارتباك وإلى ماهو أسوأ.

هناك، في هامبستيد، وهي الناحية الميسورة بشكل مميز من لندن، بيت كبير من الآجر الأحمر غير بعيد عن ضريح هربرت سبنسر (وضريح جاره كارل ماركس). أقام سيغموند فرويد في ذلك البيت بعد فراره من النمسا هربا من السياسات العنصرية التي استمدت من المثل الأعلى الغالتوني. نجد على مكتبه مجموعة من

الفؤوس الحجرية والتماثيل الصغيرة القديمة. وكان اهتمامه بهذه الأشياء ينبع من إيمانه بأن التاريخ البيولوجي هو الذي يتحكم في السلوك. وكان يعتقد بأن كل واحد يلخص، أثناء طفولته، الأطوار التي مر بها الإنسان خلال كامل عملية التطور. ورأى في البؤس باعتباره نوعا من مستحاث حي، نشوء سلوك قديم لم يعد مناسبا في العصر الحاضر. واعتبر، كغالتون، أن الحالة الإنسانية تشكلت عن طريق الوراثة. فكتب ليقول أن اللبيدو والأنا يقعان "في المواريث الأساسية التي اختزلت خلاصات التطور التي اجتازها النوع الإنساني كاملة منذ أيامه الأولى". وكان يأمل أن يتوصل إلى إمكانية معالجة المرض العقلي حال اكتشافه للخطأ الوراثي الذي يستبطنه.

ابتعد فرويديو اليوم عن غلتنة[1] السلوك التي مارسها معلمهم. وأصبحوا يعتبرون أن التطبع أكثر أهمية. وراح التحليل يتقصى حوادث الطفولة أكثر من تقصيه للذكريات العرقية. ينطوي التحليل على هذا النحو على الخطورة نفسها في محاولة فرويد في عدم خبز كعكة الطبيعة الإنسانية. وأية محاولة في هذا الاتجاه يحتمل أن تكون عقيمة.

يظهر القط السيامي مدى عقم هذا العمل. فهو يحمل فروا أسود في نهايات أذنيه، وذيله وقوائمه، وفيما عدا ذلك، يكون أبيضا أو بنيا فاتحا. تحمل هذه القطط طفرة "هيمالايانية"[2]، توجد أيضا عند الأرانب وخنازير غينيا. وأظهرت تجارب التهجين أن جينة وراثية واحدة تشارك وفقا لقوانين ماندل. وبناء على ذلك، يبدو لأول وهلة أن فرو القطط السيامية قائم في طبعها: إذا تحكمت جينة واحدة فقط بلون الفروة، فمن المؤكد أنه لايبقى عندئذ متسع أمام التطبع لكي يلعب دورا.

ولكن الطفرة الهيمالايانية شاذة. والجينة المعطوبة لايمكنها أن تنتج صباغا بدرجة حرارة الجسم الطبيعية ولكنها تعمل بصورة مثالية إذا بقيت باردة. ولهذا السبب، يكون اللون في الأجزاء الأدنى حرارة من جسم القط-الأذنين، والأنف، والذيل (والخصيتين عند الذكور) غامقا أكثر منه في بقية الأجزاء. يمكن إنتاج قط قاتم اللون على غير العادة عن طريق احتجاز هر سيامي نموذجي في مكان بارد وآخر فاتح اللون عن طريق تربيته في غرفة دافئة. ففي داخل كل قط سيامي قط أسود يصارع في سبيل الخروج. ومن غير المجدي أن يتساءل المرء حول ماإذا

---

1 - نسبة إلى غالتون. المترجم

2 - نسبة إلى جبال هيمالايا. المترجم

كان هذا القط مديناً بنموذجه إلى الجينة أم إلى البيئة. إنه مدين لكلتيهما. وما يرثه القط السيامي-وكل مخلوق حي- هي القدرة على الاستجابة للبيئة التي يوضع فيها.

تظهر بعض الأمراض الفطرية هذا التأثير بشكل واضح على نحو مميز. فبيلة الفينيل كيتون الصاغرة الشاذة (PKU) تصيب حوالي أربعين طفلا بريطانيا كل عام. يحمل هؤلاء الأطفال عيبا وراثيا في إنظيم خاص تستحيل معه معالجة أحد الأحماض الأمينية، هو فينيل ألانين، الذي يوجد في معظم المواد الغذائية. ونتيجة لذلك، يكدسون كميات كبيرة من ناتج ثانوي مؤذ. ويبدو أن الجينات هي التي تقرر مصير المصابين.

ولكن معظم الأطفال المصابين ببيلة الفينيل كيتون يسلكون اليوم بصورة طبيعية ويصرفون حياة عادية. وينقذهم تغيير البيئة. وإذا ماتم تشخيص المرض عندهم بصورة مبكرة (يجري اليوم فحص معظم الأطفال عند الولادة)، فإنه يمكن القيام بترتيب نظام غذائي خاص بهم بحيث يحتاج هذا النظام إلى كل شيء باستثناء الفينيل ألانين. وعندئذ ينمون كأطفال معافين. وبذلك نكون قد قررنا طبعهم عن طريق الرعاية ولا يكون هناك جواب عن مسألة ماهو الأهم بالنسبة لتحقيق سعادتهم، الجينة أم البيئة.

تظهر مئات الاختلافات الإنسانية التآثر نفسه بين الوراثة والبيئة. وبعض هذه الاختلافات مهم من الناحية الطبية. فهناك اليوم، علم كامل حول "الوراثيات الدوائية" يعتمد على الاختلافات الفردية في الاستجابة للعقاقير-بما فيها التبغ والكحول. كان الوجود الفعلي للجينات المعنية غير معروف قبل أن يبدأ الإنسان بمعالجة حوادثه بوسائل كيميائية. وقلة من الناس من يحملون اختلافا وراثيا يجعلهم حساسين بشكل لايقاوم لمرخ عضلي يستخدم قبل الجراحة؛ واليوم، يختبر كل شخص قبل أن يتناول الدواء للتأكد من أن تعاطيه لايعرضه للخطر. وهناك أيضا اختلافات وراثية في القدرة على مواجهة المواد الغذائية. ومن أغرب مانصح به فيثاغورث أتباعه هو أن لايأكلوا الفاصولياء. ومات، أثناء ملاحقته من قبل جماعة من الغوغاء ساءتهم أفكاره الفلسفية، لأنه رفض أن يهرب عبر حقل مزروع بالفاصولياء. وكان يعيش في مدينة كروتون الإيطالية. ويشعر كثير من سكانها الحاليين بالتوعك إذا تناولوا فاصولياء مطبوخة جزئيا. فهم يحملون جينة التلاسيمية (التي تحمي ضد الملاريا). وواحد من التأثيرات الجانبية للتلاسيمية هو أنها تزيل القدرة على تفكيك المادة الكيميائية الموجودة في الفاصولياء (ويستخدم التأثير الآخر كدواء ضد الملاريا). فعندما تجتمع

الجينة والفاصولياء (أو الدواء) معا، يمكن أن تكون النتائج غير مرضية أو أكثر سوءا في حالة الدواء.

يعني كل هذا أن الحدود بين المرض الوراثي وما كان يعتبر، بصورة تقليدية، محكوما بالبيئة أصبحت غير واضحة. ويسبب تغييرا كاملا في الطريقة التي نفكر فيها حول الدواء. فقد يتم بسرعة تكييف معالجات فردية للميراث البيولوجي عند مريض ما. وسيصبح الأطباء قادرين على حماية من يحملون شكلا مختلفا مميزا من الحالات التي تهددهم. فالنمو غير السليم للنخاع الشوكي ينجم عن اضطرابين ولاديين هما: غيبة المخ والسنسنة المشقوقة. وتشير الدراسات العائلية إلى أنهما مرضان وراثيان. وقد ارتفع معدل وقوعهما في هولندا بعد مجاعة عام 1945. وتنجم المشكلة، جزئيا، من سوء الراتب الغذائي, ويشيع وقوعهما في إيرلندا الشمالية واسكتلندة (مكانان معروفان بعدم مراعاة القواعد الصحية في تناول الأطعمة). تتناول الأمهات اللائي سبق لهن إنجاب طفل مصاب فيتامينات إضافية خلال الحمول الأخيرة. فيخفف هذا الإجراء من احتمال أن تلحق جينات الأمهات أذى بأطفالهن.

تغطي عبارة "سرطان" عددا كبيرا من الحالات، تعزى كلها إلى الإخفاق في التحكم بانقسام الخلايا. وأصبحت الوراثيات السرطانية ميدانا واسعا يستحق أن يفرد له كتاب خاص. ويبدو أحيانا أنه كلما توسعت معرفتنا به بتنا أقل فهما له. ولكن إدراكنا أصبح كافيا لجعلنا نعتبر أن السرطان هو قط سيامي لمرض ما: كثيرا ماتعتمد فرص الإصابة على الجينات التي يحملها المرء وعلى ظروف مواجهتها.

بعض السرطانات أكثر شيوعا بين من يتعرضون لمخاطرة مميزة. فقد مات الكثيرون من منظفي المداخن-***أطفال الماء*** أبطال حلم تشارلز كنغسلي-من سرطان الجلد، الذي كان يظهر أولا على الصفن. ورأى الطبيب الإنكليزي بيرسيفال بوت أن السخام هو الذي يسبب هذا النوع من السرطان. وكان على صواب. فقد يحتوي السخام، والزيت والقطران، كما أصبح معروفا اليوم، على كثير من المواد الكيميائية المسرطنة. أما السرطانات الأخرى (ورم أرومة الشبكية، والداء التنكسي في الشبكية) فوراثية في العائلات، دون رابط بيئي واضح.

تشتمل أسباب السرطان التي تشغل كامل النطاق بدءا من الجينة (السائدة في ورم الأرومة الشبكية) وانتهاء بالبيئة (التي تلعب دورا هاما في وقوع السرطان الصفني) على كليهما: الجينة والبيئة. كان عمال صناعة الزيت المبكرة يظنون أن من يحملون

شعرا أشقر ونمشا لايجب استخدامهم لأنهم أكثر عرضة لخطر "ورت السخام Sootwort"، وهو الاسم الذي كانوا يطلقونه على السرطان الصفني. هذا الظن لايخلو من حقيقة، لأن هؤلاء الناس أكثر ميلا لاكتساب سرطان الجلد نتيجة لتعرضهم لأشعة الشمس. ولسرطان الرئة أيضا مكون وراثي. وهو، كما نعرف، أكثر شيوعا بين المدخنين؛ ودخان التبغ يحتوي على كثير من المسرطانات التي كان يتعرض لها منظفو المداخن. ولكن المدخنين المنكودين إلى درجة تؤهلهم إلى وراثة جينة الاستعداد هم أكثر ميلا للإصابة بالسرطان من غير المدخنين. ولو قدر لكل شخص أن يدخن، لأصبح السرطان مرضا وراثيا.

والنظام الغذائي أيضا قد يكون مهما. إذ يشيع سرطان الكبد في أجزاء من الصين وجنوب أفريقيا. لأن الطعام المحلي ملوث بالأفلاتوكسين[1] Aflatoxin، وهي مادة كيميائية ينتجها العفن. تسبب عند جميع المصابين بالمرض طفرة جديدة في جينة يتمثل دورها الطبيعي في منع الخلايا من الانقسام بطريقة يمكن التحكم بها. والطفرة، على وجه الدقة، من النوع الذي ينتجه الأفلاتوكسين في المختبر وتحتوي دماء الناس في تلك المناطق على مستويات عالية من السم. وتبدو الحالة جلية، فكبح هذا النوع من السرطان سهل إذا ماتم تحسين تخزين المواد الغذائية وكبح العفن. ولكن من سوء الحظ أن يقف عائقا في سبيل إجراء تغيير بسيط كهذا في البيئة.

تقدح الطفرة كثيرا من السرطانات، وقد يحدث هذا بسبب التعرض لمطفر كيميائي أو إشعاعي. وفي كل خلية من خلايا الجسم حوالي مئة من مكونات الورم الأولية التي تشارك في التحكم بانقسام الخلايا وفي تآثرها مع بعضها بعضا. وتطفر الخلايا أحيانا، فتسبب نشوء المكونات الورمية التي تشارك في المراحل المبكرة لبعض السرطانات. وقد تحدث أيضا طفرات في "الجينات الكابتة للورم"، تمنع الخلايا من الانقسام خارج نطاق التحكم.

يرث بعض الناس من آبائهم شكلا طافرا من جينة الاستعداد للسرطان. ويميلون لتطوير سرطان نوعي أو واحد من عدة أشكال من الداء أحيانا. ويرث آخرون هذا النوع من الجينات التي تميل بإفراط إلى الطفرة. ويتعرض هؤلاء للخطر من المواد الكيميائية المسرطنة أكثر من سواهم. وتزداد الصورة تعقيدا بواقع أن الحمات أيضا تلعب دورا. لأنها يمكن أن تحمل مكونات الورم، التي تحشر نفسها إلى دنا المضيف.

---

[1] –عامل سمي $C_{17}H_{12}O_6$ تنتجه الرشاشيات. المترجم

تشاهد الأشابَة، المؤلفة من الجينة والبيئة، الضرورية لإحداث السرطان، في أوضح صورها في أفريقيا. فلمفوم بيركت، وهو ورم يصيب العقد اللمفية ويبدأ عادة في العنق والفك، شائع في شرق أفريقيا. وتتورط في هذا النوع من السرطان حمة أبشتاين-بار. وأي خمج تحرضه هذه الحمة يحرض استجابة منيعة. وكثيرا مايتعرض الجهاز المنيع في أفريقيا للضغط بسبب الخمج المزمن بالملاريا. وقد يحدث تبدل وراثي بين بعض الخلايا المسؤولة عن تصنيع الأضداد ضد الطفيلي، وذلك عندما تمزج طفرة صبغوية جينة الضد إلى مكون خاص بالورم. مما يحث الخلايا على التقدم في طريق السرطان عند حدوث ضغط إضافي على الجهاز المنيع بعد هجوم حمة أبشتاين-بار. يشيع لمفوم بيركت فقط في الأمكنة التي تنقل فيها الحمة الخمج إلى المؤهبين فطريا للاستجابة لها.

وبما أن السرطان يقتضي مثل هذا التآثر الصميمي بين الأسباب الداخلية والخارجية، لذلك تبذل المحاولات الدوائية لحماية الناس المعرضين للخطر. فيعطى من يسرفون في التدخين، الذين يظهر سرطان الرئة واحد من كل عشرة منهم، فيتامين A على أمل التخفيف من تأثيرات الطفرة التي تحدث في خلاياهم الرئوية. أما الذين يرثون جينة تؤهبهم لسرطان القولون فيعالجون بالأسبرين قبل أن يظهروا الأعراض على أمل التخفيف من التأثيرات الضارة. يعتبر السرطان أحيانا نوعا من إلهة نقمة مبرمجة بيولوجيا لايمكن مواجهتها إطلاقا. ولكن إدراك ماللبيئة من أهمية (لأنه كثيرا مايمكن تبديلها) يقدم أملا جديدا، لولا أن لها أحيانا مشاكلها الخاصة بها. فهناك جزء بسيط من النساء يظهرن سرطان الثدي لأنهن يحملن جينة تؤهبهن له. أما وقد بات بالإمكان معرفة تلك الجينة، لذلك أصبحن يواجهن احتمال استئصال أثدائهن قبل ظهور الأعراض.

قد لايمكننا أن نميز جينة مؤذية قبل أن تتغير البيئة. فالداء السكري ينجم من الفشل في المحافظة على المستوى السوي للسكر في الدم. ويظهر بعض المرضى هذا الداء في وقت مبكر من حياتهم، وآخرون في وقت متأخر. ومع أنه يمكن معالجة بعض السكريين بنجاح عن طريق الإنسولين، يبقى هناك شكل آخر من هذا الداء أكثر شيوعا، هو الداء السكري غير المعتمد على الإنسولين. قد يعاني السكريون من عدد من الأعراض التي تتضمن الاعتلال القلبي، والموات، والقصور الكلوي والعمى. وأصبح الداء السكري غير المعتمد على الإنسولين داء وبائيا في أرجاء العالم الثالث.

هبطت الثروة على الناس في جزيرة نورو، في المحيط الهادي، بسبب استخراج الفوسفات. وكان طعامهم يحتوي علىالكوكا، والدهن والسكر، بدلا من السمك والخضار. يعاني من الداء السكري هناك ثمانية من كل عشرة كاهلين، ولذلك يكون أمد العمر في تلك الجزيرة أقصر منه في أي مكان آخر في العالم. وربما كانت الجينات المحلية الخاصة بالاستعداد للسكر مفيدة في الفترات التي تعقب فيها الوفرة المجاعة. وتشكل الوفرة خطرا فقط عندما تصبح معيارا. فقد أدى تغيير في البيئة إلى مرض وراثي.

جاء الهنود الأمريكيون والناس الذين يسكنون في جزر المجيط الهادي من آسيا قبل عدة آلاف من السنين. لذلك نجد الإرث البيولوجي للسكريين من نورو عند السكان المحليين في العالم الجديد. ويعاني الكثيرون من الأمريكيين–المكسيكيين من السمنة. ولكن المرض نادر بين الأمريكيين البيض. ويرتفع خطر إصابة الأمريكي بالسكري طردا مع زيادة عدد أجداده من سكان أمريكا الأصليين، وهي حالة صالحة، كما تبدو لأول وهلة، للقول إن تلك الجينات تتميز بأهمية كبيرة. ولكن الداء غير معروف تقريبا بين الهنود الأمريكيين الذين يعيشون ضمن تجمعاتهم المحلية. ويصابون به فقط عندما يغيرون نظامهم الغذائي بانتقالهم إلى الولايات المتحدة. وتنشأ الاختلافات بين الأمريكيين في معدل وقوع متلازمة العالم الجديد من كلا الطرفين: الطبع والتطبع.

السكر، بالنسبة للكثيرين في بلدان العالم الثالث، مادة كيميائية سامة. وأكثر منه خطرا، المواد الكيميائية التي تستخدم في الصناعة؛ وهناك مجموعة من الآليات الوراثية التي يمكن أن تجعل استخدام هذه المواد آمنا كاستخدام السكر. ولكن هناك اختلاف في مدى فعالية هذه الجينات، وتهتم منظمة الصحة العالمية بحماية العمال وتنصح المستعدين منهم بالعمل في مكان آخر. ولكن لاجديد في هذا. لأن المصابين بعمى الألوان بالنسبة للأحمر والأخضر يعرفون أنه لايمكنهم أن يعملوا كسائقي قطارات. مع ذلك، هناك إمكانية لاستخدام الوراثيات كمبرر لعدم تحسين البيئة. فكتبت جريدة الأسبوع الكيميائي: "غير مجد من الناحية الاقتصادية تحسين طريقة تشكل خطورة على عدد قليل فقط من المستخدمين...إذا كان يمكن التعرف على الأشخاص المستعدين وعزلهم منها".

يحتمل أن يدفع الفهم الحديث للطريقة التي تتآثر فيها الدنا مع محيطها إلى تغيير المواقف تجاه الخطر هذا إذا لم يؤد إلى شيء آخر. فمعظم الناس يعرفون أن التدخين يسبب السرطان وأن الغذاء الدسم قد يؤدي إلى اعتلال القلب. وتؤهب بعض

الجينات من يحملونها إلى التأثيرات الضارة الناجمة عن التدخين أو السمنة؛ وقد يستطيع بعض الأفراد أن يشربوا، ويدخنوا ويتناولوا الشحم فلا ينالهم ضرر. وربما يصبح بإمكاننا أن نختار البدائل الأكثر ملاءمة لنا. وقد يضطر الناس عما قريب إلى تبديل مفاهيمهم حول الخطر الشخصي. فالدعاية حول التدخين وسرطان الرئة لم تكن حتى الآن فعالة على نحو مميز. وتتوفر للمعرضين قدرة لامحدودة على الاعتراف بأنه إذا أصيب واحد فقط من كل عشرة مدخنين بالداء، عندئذ سيصبح المدخن شخصا آخر. وعندما يتوصل علم الحياة الجزيئي لأن يعين، على وجه الدقة، من هو الذي سيصاب بالسرطان إذا تعاطىالتدخين، فقد يثبت الخوف الفردي أنه أفضل رادعا من الخطر الجماعي.

الأمراض من النموذج الوراثي البسيط، مثل بيلة الفينيل كيتون، ليست شائعة على نحو فردي. ولا شك في أن أمراضا أكثر تكرارا، كالسرطان واعتلال القلب، تنتقل وراثيا ضمن العائلات ولكن دراستها من الناحية الوراثية أكثر صعوبة. والسبب في ذلك أن الجينات المعنية كثيرة ومتنوعة كما أن البيئة تلعب دورا رئيسيا. يمكن استخدام التوائم كطريقة للتقصي، أي تجربة الطبع الخاصة في الوراثيات الإنسانية.

والتوائم نوعان: توائم مثيلة وتوائم لامثيلة. يأتي التوءمان اللامثيلان (أو الأخوان) من بيضتين ونطفتين. وثبت، في قلة من الحالات، أن التوءمين من هذا النوع قد يكونان من أبوين مختلفين. يشترك هذان في الجينات مناصفة والتشابه بينهما ليس أكثر مما هو بين الإخوة والأخوات. وقد وصفت حالة توءمين من هذا النوع في العهد القديم، وهو مصدر الوراثيات المبكرة. يعقوب وعيسو توءمان، ولكن "كان عيسو إنسانا يعرف الصيد إنسان البرية ويعقوب إنسانا كاملا يسكن الخيام". وكانا مختلفين تماما-"هو ذا عيسو أخي رجل أشعر وأنا رجل أملس". وطريقتهما في الكلام كانت مختلفة أيضا: "الصوت صوت يعقوب ولكن اليدين يدا عيسو"[1].

والتوائم الإخوة ليسوا نادرين. فأكثر الولادات عند قردة المرموز من هذاالنوع. ولسبب غير معروف، تختلف هذه التوائم عددا من مكان إلى آخر. ففي أوروبا، يولد ثمانية من التوائم الإخوة من بين كل ألف ولادة (أقل من هذا في فرنسا وأعلى منه في أسبانيا). ويرتفع هذا الرقم عن اليوروبيين في نيجيريا. تميل الأمهات الأكبر سنا

---

[1] -هذه الشواهد من سفر التكوين/الإصحاحان 25 و26. المترجم

إلى إنجاب مزيد من التوائم، كما تفعل أولئك اللائي سبق لهن أن أنجبن عدة أطفال. ولكن أعدادهم في البلدان الصناعية راحت تنخفض عما كانت عليه في القرن الماضي.

التوائم المثيلة نادرة أكثر، فيصل معدلها إلى 1000/4، وهذا الرقم لايتغير كثيرا مع اختلاف الزمان والمكان. ويشيع هذا النوع عند قلة من الثدييات، مع أن المدرع الأمريكي يلد دائما تقريبا أربعة توائم مثيلة. ينشأ التوءمان المثيلان من انشطار بيضة بعد تخصيبها. ويشتركان في كافة الجينات. كان هذا النوع من التوائم، على مدى فترة طويلة، مصدرا للأسطورة. فكاستر وبولكس[2]، التوأمان السماويان، كانا مثيلين؛ وكذلك نظيراهما بولدر وهودر في الأسطورة الجرمانية (وسنتجاوز ذكر رومولوس وريموس مؤسسي مدينة روما).

هناك عدة طرق يمكن فيها استخدام التوائم لدراسة الطبع والتطبع. ويبدو أن أكثرها بساطة (وهي أقلها شيوعا) تقضي بإيجاد توءمين مثيلين انفصلا عند الولادة وجرت تربيتهما في أسرتين مختلفتين. فإذا كانت هناك صفة ضمن التحكم الوراثي، فإنهما سيحافظان على تماثلهما على الرغم من اختلاف ظروفهما. وإذا كانت البيئة أكثر أهمية، فإن كلا منهما سيشب شبيها بالعائلة التي قضى طفولته فيها.

هذه العقدة البسيطة، في العلم كما في الأدب، هي القاعدة في الجزء الأكبر من الأدب القصصي. أظهرت الدراسات المبكرة أن التوءمين المثيلين اللذين نشآ منفصلين كانا متشابهين من حيث الحجم، أو الوزن أو التوجه الجنسي. ولكن أكثر تلك الدراسات انطوت على مشكلات. لقد كانت العائلات المتبنية، في حالات كثيرة، متشابهة من حيث الطبقة والمركز الاجتماعي. وأحيانا، كان التوءمان يعرفان بعضهما بعضا أثناء تربيتهما. والتوءمان اللذان كانا يظنان أنهما مثيلان انتهى بهما الأمر إلى أن يكونا أخوين عند إجراء فحص الدم. وأسوأ من هذا، الاتهامات المستمرة بالغش، وخصوصا عند إجراء اختبارات الذكاء. يعني كل هذا أن معظم البحث القديم حول التوائم الذين نشؤوا منفصلين قد تم التخلي عنها. ولكن، هناك دراسة جديدة من هذا النوع مازالت في بداياتها تظهر على نحو مقنع تماما أن لبعض الصفات–كالعدوانية، والانطواء وخلافهما– مكونا وراثيا. ولكن هذا لايعني طبعا أن نهمل دور التطبع. فقد يكون الرجل العدواني الحقيقي هادئا حتى لو أتيحت له فرصة التعبير عن نمطه الوراثي عن طريق الانضمام إلى الجيش.

---

2 – بطلان أو نصفا إليهين في الميثولوجيا الأغرقية. المترجم

هناك طريقة أكثر براعة في استخدام التوائم. وتقضي بمقارنة التشابه عند التوءمين المثيلين مع التشابه عند التوءمين الأخوين. والحجة هنا تقول بما أن كلا النوعين من التوائم ينشأون ضمن عائلاتهم بالذات، فإن درجة اشتراكهم في البيئة تكون متشابهة. وأي تشابه أبعد من ذلك بين توءمين مثيلين سيكون ناجما عن اشتراكهما في الجينات. كان يمكن لهذه المقاربة أن تكون فعالة لولا أن لها مشاكلها الخاصة بها، وخصوصا، عندما تكون الدراسات السلوكية معنية. ومع أن كلا النموذجين من التوائم ينشآن معا، فإن التوءمين المثيلين قد يقلدان سلوك بعضهما عن عمد بغية إظهاره بصيغة أكثر تماثلا لأسباب لا ترتبط فعلا ببيولوجيتهما. والحقيقة المؤكدة لوجود توءمين مثيلين، يتشابه اسماهما إلى حد بعيد ويرتديان ملابس متماثلة، قد تؤهبهما لمرض عقلي. كثيرا ما تكون بيئة التوءمين سيئة قبل الولادة لاشتراكهما بمشيمة واحدة. يحدث هذا كثيرا عند التوءمين المثيلين إلى حد يمكن فيه عزو تشابههما إلى البيئة المشتركة أكثر مما يبدو لأول وهلة.

مع ذلك، حققت هذه المقاربة بعض النجاح. إذ يحتمل أن يكون عدد التوائم المثيلة التي تعاني من داء القلب الإكليلي ضعف ماهو عليه عند التوائم الإخوة؛ وخمسة أضعافه في الميل للإصابة بالداء السكري. والتدرن أيضا أكثر شيوعا بين التوائم المثيلة منه بين التوائم الإخوة، مما يوحي بوجود أساس وراثي للاستعداد. وهناك صفات أخرى كالفصام، وعمر الجلوس لأول مرة عند الطفل، أكثر تشابها عند التوأمين المثيلين منها عند التوءمين الأخوين.

الجدل حول الطبع والتطبع أكثر أهمية من مجرد اهتمام علمي أو طبي. ولطالما خاض في بحره دائما أصحاب الأغراض السياسية على اختلاف مشاربهم. وكما استخدم علم الوراثة في بداياته لتسويغ أغراض خاصة في لظى الداروينية الاجتماعية، فإنه كثيرا ماستخدم لتبرير الظلم. ولم يحدث تغيير كبير بعد أنصار الداروينية الاجتماعية. عندما حاز علم الوراثة شهرته، ظهر اتجاه جديد لتقبل النظريات البيولوجية المتعلقة بالسلوك الإنساني. وراحوا يحملون الدنا مسؤولية الإحراق العمد للمباني، والنزعة التقليدية وحتى التمتع بالحياة. ومثلت ستينات القرن التاسع عشر عقد الرعاية. فقد عزي عجز الطفل عن التركيز إلى قصور المعلمين. وفي سنوات الازدهار التي تلت، شخصت "متلازمة الأم العاملة"، حيث كان يعتبر غياب الوالد نوعا من الخطأ. وفي هذه الأيام، ابتكر علماء النفس "اضطراب نقص الانتباه"؛ وهو شيء ما داخلي بالنسبة للطفل ويرمز في الجينات. يستحوذ على علم النفس هاجس ضرورة سلخ علم الحياة عن التجربة، وهي فكرة حية تحظى

بالاستحسان. فقد اكتشف أستاذ هارفاردي، وليس من هو دونه، أن الطلاب المصابين بحمى الكلأ يظهرون خجلا غير عادي. وهذا يثبت، حسب ظنه، أن "هناك جماعة صغيرة من الناس ترث مجموعة من الجينات تؤهبهم لحمى الكلأ والخجل". ولكن من يهتمون بوراثيات السلوك الإنساني لايعانون بالذات من حياء غير عادي. فقد سحبت كل الإعلانات حول اكتشاف جينات فردية خاصة بالاكتئاب الهوسي، والفصام، والكحولية.

على الرغم من ذلك، يتقدم بسرعة إضفاء الطابع الأحيائي على السلوك الإنساني. ويمكن تبرير بعض من هذا التوجه. فالجريمة هي، إلى حد كبير، حكر على الذكور، وبمعنى أوضح، يمكن تتبعها حتى سلسلة الدنا القصيرة الوحيدة على الصبغي Y الذي يجعل الجنين يتطور إلى ذكر. والرابطة بين الجينة والجريمة بعيدة وكأنها تفتقر إلى دلالة؛ فمعظم الذكور طبعا ليسوا مجرمين أبدا.

بذلت كثير من المحاولات لربط السلوك الاجتماعي المعادي للمجتمع بجينات أكثر مناوعة. وقد قبلت كدليل في المحاكم الأمريكية بعض الكتب المدرسية القانونية التي تتضمن فصولا تعالج طريقة التنبؤ بالنزعة الإجرامية على خلفيات بيولوجية وتفريسات دماغية. ولن تتأخر كثيرا الخطوة التالية، أي إلباس الجريمة لبوسا وراثيا بلغة "لست أنا من فعل ذلك، بل هي الجينات التي أحملها". وزعموا، وكان الزعم غامضا، أن هناك صبغي إضافي من صبغيات Y يجعل الرجال أكثر عنفا، مما أدى إلى اقتراح يوصي بفحص الأطفال ومراقبتهم لكشف ميولهم الإجرامية. ويحظى بالترحيب، في هذا العالم الجبري الحديث الشجاع، المهووسون بتحسين النسل الذين يعتقدون أن السلوك المعادي للمجتمع مرمز في الجينات. ولكن هذا لا يعني طبعا عدم وجود رابطة بين الجينات والجريمة. فقد اكتشفت مؤخرا عائلة هولندية قام منها عدة رجال بارتكاب أعمال عنف. وأكثر الذين وقعوا في قبضة السلطة منهم يشتركون في نوع مختلف من جينة ناتجها معني بنقل الدوافع بين الخلايا العصبية. وأصبحنا على معرفة تامة أنه يمكن تبديل السلوك الإنساني عن طريق التدخل باستخدام الأدوية. فالظروف التي لا تزعج أكثر الرجال، قد تغضب هؤلاء الذكور عند مواجهتهم بها. ولكن من غير المعروف، حتى الآن، مدى شيوع ذلك النوع المختلف من الجينة بين أعضاء الجماعة الذين يحترمون القانون.

هناك واحد من أشكال السلوك، يشترك فيه تقريبا معظم الناس، وفيه يواصل الطبع والتطبع، بما لهما من أهمية نسبية، إثارتهما للعواطف. فالجاذبية الجنوسية تكون في وقت ما عامة تقريبا في حياة كل الأشخاص. ويواصل بعضهم تفضيله

لجنسه على مدى حياته. والجنوسية المقصورة موضوع ملائم للدراسة بالنسبة لأولئك الذين يهتمون بوراثيات السلوك الإنساني، فهي على خلاف الموهبة الموسيقية والفصام، سهل تعريفها، وشائعة نسبيا، ولم تعد خافية.

تشير دراسة أجريت على مجموعة من الجنوسيين الأمريكيين الذكور إلى الترابط بين هذا السلوك وزمرة من الجينات على الصبغي X. أولا، تم الكشف عن أن إخوة الرجل اللواطي ميالون لأن يكونوا لواطيين أكثر من الذكور الآخرين العاديين. ولكن هذا، بحد ذاته، لايعني الكثير، لأن الإخوة يشتركون في البيئة إضافة إلى اشتراكهم في الجينات. ولكن أقرباء الرجال اللواطيين من ناحية الأم كانوا ميالين إلى اللواطة أكثر من أمثالهم من ناحية الأب، مما يوحي بأن هذه الخلة انتقلت في الأسرة عن طريق الإناث. ونكرر القول إن هذا، في حد ذاته، لايشكل برهانا على تأهب فطري (مع أنه يشير إلى جينة على الصبغي X). وأفضل دليل جاء من تقصي الصبغيات X عند أزواج من الجنوسيين الإخوة. فقد كان معظمهم يشتركون بقطعة مميزة من الدنا عند إحدى نهايتي ذلك الصبغي. وفي مكان ما من تلك القطعة، قد تكون واحدة من بين الجينات التي يبلغ عددها مئة أو أكثر هي التي تدفع حاملها إلى الجنوسية. وعلى خلاف الناقل العصبي المختلف في الدراسة الهولندية، لايوجد هنا دليل إطلاقا على مايمكن أن تفعله تلك الجينة-لا شك في أن هناك، كما هي الحال بالنسبة للعنف، كثيرا من الجنوسيين الذين لايحملونها. لو دار البحث الذي أجري حول صفة أقل إثارة للجدل، لسلم علماء الوراثة بأنه تم اجتياز أول مرحلة في اقتفاء أثر الجينة. ولكننا نحتاج إلى مزيد من العمل قبل أن نتوصل إلى تأكيد النتيجة.

كانت الاستجابة من قبل بعض-لا من جميع-الأوساط اللواطية مدهشة. فقد سر الكثيرون منهم لاستخدام البيولوجيا لتبرير طريقتهم في الحياة. لأن فكرة وراثة الأفضلية الجنسية تعني، كما يبدو، أن الجنوسية ليست معدية وأن محاولات المتعصبين لعزل المعلمين الجنوسيين مثلا ليس لها مايسوغها. وأهم من ذلك، أنها قدمت معنى مقبولا للفصل: أي للاختلاف لأسباب تتجاوز قدرة الأفراد على التحكم بها.

يسبب كل هذا إرباكا لعلماء الحياة، الذين قضى الكثيرون منهم سنوات في محاربة فكرة أن الجريمة، أو الفقر، أو السلوك فطري ولا يمكن تبديله بالوسائل

الاجتماعية. فهناك كالفينية[1] مخيفة حول أن فكرة الموهبة، أو الصحة العقلية أو الأفضلية الجنسية مكتوبة في الدَّنا. ولكن يبدو أن قبول هذه الفكرة من قبل الوسط اللوطي أسهل من قبول فكرة الاختيار غير المقيد.

في الواقع، لا تختلف هذه الأرثوذكسية الجديدة لأنصار النظرية الوراثية كثيراً عن الليبرالية القديمة. فكلتاهما تطرحان كثيراً من الأسئلة حول علم الحياة. ويردد الجدل القائم حالياً صدى الخلاف الذي نشب في الثلاثينات وأوشك أن يُنسى. لقد ادّعى ثيوبالد لانغ، عالم الوراثة الألماني، أنه اكتشف أن أخوات الرجال الجنوسيين Homo Sexuality يحملن صفات مذكرة إلى حد ما، وأن الجنوسية المذكرة، بناء على ذلك، قد تكون وراثية. وسواء كان ادعاؤه خطأ أو صواباً (لا يوجد دليل على صحته في عمل أكثر حداثة)، فإن التلميح المبكر إلى "جينة لوطية" أحدثت استجابتين متناقضتين كلياً. فلا حاجة إلى القول بأن النازيين تبنوا وجهة النظر الوحشية "ليسوا مرضى بائسين تتوجب معالجتهم؛ بل هم أعداء الدولة ويجب التخلص منهم!" وكانت الجمعية الطبية الاشتراكية الألمانية(كانت في المنفى)، وقد واجهت المعلومات إياها بجرأة، على عكس ذلك حيث كتبت "الجنوسية فطرية ولا تخضع للإرادة الحرة عند الأفراد الذين يأتون إلى العالم وهم يحملون هذا الانحراف"، وعلى هذا، يجب إلغاء القوانين التي تحاربها.

أدرك اليمين واليسار في ألمانيا، شأنهما في ذلك شأن بعض أعضاء الوسط اللواطي المعاصر، أنه إذا كانت الجنوسية فطرية، فلا بد أن تكون خارج سيطرة الجنوسيين أنفسهم. فاعتبرت كل طائفة سياسية استجابتها-التعقيم لتحسين النسل مقابل الإباحة-مناسبة ومنطقية. وما من أحد سأل عما تعنيه عبارة جينة "خاصة" بشيء ما-بالجنوسية، أو الذكاء، أو النزعة الإجرامية-مع ذلك، إن هذا السؤال، كما رأينا، ليس سهلاً أبداً. ومهما يكن، فإن قصة " الجينة اللواطية" الألمانية تشير إلى عدم وجود صلة لعلم الوراثة بالرأي السياسي: مهما كانت القاعدة الوراثية التي تستند إليها صفة ما، فإن الآراء المكونة مسبقا حول جدارتها لايحتمل أن يغيرها العلم.

لم ينجم عن صعوبة فصل العلم عن السياسات، والارتباك حول الطبع والتطبع، تأثير مؤذ في أي مجال أكثر مما كان في دراسة الاختلافات بين الجماعات

[1] – نسبة إلى كالفن (1509–1564) صاحب المذهب اللاهوتي القائل بأن قدر الإنسان مرسوم قبل ولادته. المترجم

الإنسانية. فلو طالع المرء الكتب المدرسية القديمة حول العرق -قمت من ناحيتي بذلك، وكانت تجربة محزنة- فإنه سينتهي، عاجلا أو آجلا، إلى مسألة الاختلافات الوراثية في الذكاء، وهي المسألة التي طالما عولجت بشيء من التلهف. كانت هذه الاختلافات موجودة في الأيام المبكرة، وكانت تعتبر فطرية على عماها -إذا جاز القول. ولينايوس نفسه صنف الإنسان كإنسان عاقل. ولم يستطع أن يكون دقيقا في تعريفه أكثر مما كان: أيها الإنسان، اعرف نفسك! ولكنه استخدم في وصفه لمختلف مجموعات النوع الإنساني السلوك كصفة هامة. فعلى سبيل المثال، جاء في تعريفه للآسيوي أنه الشخص الأصفر، والسوداوي والمرن. وكانت الأنماط العرقية المقولبة للنوع الذي يمكن التنبؤ به إلى حد كبير، حتى قبل أربعين سنة، هي المعيار بين علماء النفس.

أكثر البحث حول الاختلافات الوراثية في الذكاء بين الأعراق لايعتد به والباقي منه خاطىء. فالحجة الظالمة تزعم عادة أن أداء السود في اختبارات حاصل الذكاء أدنى منه عند البيض، وبالتالي فهم أقل ذكاء. وعلامات حاصل الذكاء عند الأطفال والأبناء متماثلة، وبالتالي يكون الذكاء محكوما بالجينات. ولذلك يجب أن يكون الاختلاف بين السود والبيض وراثيا.

هذه الحجة بسيطة ولكنها خادعة. فقد استخدمت في الولايات المتحدة كمسوغ لعدم إنفاق المال على تعليم السود، وفي بريطانيا كثيرا مايستخدم من يغيظهم إنفاق المال على التعليم الحكومي شكلا آخر من هذه النظرية، يعتبر أن الطبقة العاملة، أكثر من الأطفال السود، ضحية للجينات التي تحملها. قد تكون هذه الفكرة بسيطة، ولكنها زائفة تماما.

لست أدري ماإذا كانت اختبارات حاصل الذكاء، على اعتبارها مقياسا للذكاء، تنطوي على تحيز؛ وأرجو أيضا أن يكون مايقاس بها معروفا لدى من يضعون تصاميمها. فتماثل الآباء والأبناء في القدرة على إنجاز الاختبار بحد ذاتها لاتعني الكثير، لأن العائلات تشترك بالبيئة نفسها والجينات نفسها أيضا. والدراسات الحديثة التي أجريت حول التوائم توحي بوجود مكون وراثي لحاصل الذكاء. ويزعم بعضها أن 70% من الاختلاف في علامات حاصل الذكاء عند مجموعة سكانية يعزى إلى الاختلاف في جيناتها. ومع أن هذا الرقم يبدو عاليا، إلا أنه يمكن قبوله مؤقتا. ويبدو لأول وهلة أنه دليل وجيه على الرأي القائل بأن أية اختلافات عرقية في حاصل الذكاء لابد أن تكون مبرمجة بيولوجيا.

والواقع أن الرقم المذكور أعلاه لاعلاقة له بمعرفة ماإذا كانت الاختلافات بين الأعراق في الذكاء-إن وجدت- فطرية أو مكتسبة. ويمكن إدراك السبب عن طريق تفحص بعض الصفات الأخرى التي تظهر الاختلافات العرقية. ففي الولايات المتحدة، نجد أن الضغط الدموي عند الرجال السود في أواسط العمر أعلى منه عند البيض بمقدار 15%. وتظهر دراسات التوائم أن نصف الاختلاف في الضغط الدموي ضمن مجموعة ما يعزى إلى الاختلاف الوراثي. تبدو الأرقام الخاصة بقصة الضغط الدموي شبيهة إلى حد كبير بأرقام حاصل الذكاء، مع أن السود، في هذه الحالة، يحتلون المقام الأول في النقاط.

عندما يواجه الأطباء وعلماء التربية بمثل هذه الأرقام يتكون لديهم اختلاف دقيق في الرؤية للشؤون الدنيوية. فالأطباء متفائلون. إنهم يركزون على البيئة، على حقيقة أن السود يدخنون أكثر من البيض ونظامهم الغذائي أسوأ ويحاولون تبديل هذا النظام. والتفاؤل يحقق الربح في الولايات المتحدة. فقد تضاءلت هناك مشكلة الضغط الدموي والاعتلال القلبي بين السود عما كانت عليه سابقا.

ولكن علماء التربية أقل تفاؤلا. فوجود اختلاف موروث في الذكاء، بالنسبة لهم، يعني أنه ليست هناك فائدة من محاولة تحسين الأوضاع عن طريق تغيير البيئة. ويقولون إن السود يحملون جينات سيئة. والجينات لايمكن تبديلها، لذلك من العبث إنفاق المال في سبيل تحسين المدارس. وثبت في بعض البلدان خطأ هذه النظرية. فخلال السنوات العشرين الأخيرة، ارتفع معدل نقاط حاصل الذكاء عند الأطفال اليابانيين إلى أكثر منه عند الأطفال الأمريكيين بمقدار عشر نقاط. وبناء على هذا، لا يمكن حتى لأكثر أنصار النظرية الوراثية تطرفا أن يزعموا أن التفوق الياباني ناجم عن فورة مفاجئة في التبدل الوراثي في اليابان. وبدلا من ذلك، راحت المدارس تتحسن.

وجهتا النظر، حول ضغط الدم وحاصل الذكاء كلتاهما ساذجتان. لأن صفات من هذا النوع تصوغها الجينة والبيئة إلى حد لا يبقى معه معنى للتساؤل حول الاختلافات الوراثية إلا عند الناس الذين يعيشون ضمن الظروف نفسها. أجريت مرة تجربة على مجموعة من الطلاب. فقمت بتقسيمهم على أساس لون الشعر. وأرسلت المجموعة ذات الشعر الأشقر إلى الطابق الأرضي لتناول القهوة. وقامت المجموعة الأخرى بقياس الضغوط الدموية عند أعضائها في وضع الراحة. وبعدئذ، استدعيت شاربي القهوة، وقاموا بالإجراء نفسه. فسجل هؤلاء، لأنهم هبطوا وتسلقوا

السلم وشربوا القهوة، معدلا من النقاط أعلى من النقاط التي سجلها الطلاب ذوو الشعر الأسود. واكتشف وجود رابطة بين ضغط الدم ولون الشعر.

تظهر الدراسات العائلية أن كثيرا من الاختلاف في ضغط الدم أثناء الراحة يعزى إلى الاختلاف الوراثي. وقد اتضح لكثير من الطلاب أن هناك اختلافا وراثيا في ضغط الدم بين الناس من ذوي الشعر الأسود والأشقر. ولم يتبين الخلل إلا عند معرفة السر البسيط للاختلافات بين المجموعتين في التمرين واستهلاك الكافيين. ارتكب الطلاب الخطأ نفسه الذي ارتكبه علماء التربية. لاتحتاج القابلية العالية لتوريث صفة ما مترافقة بالاختلاف في أهميتها بين المجموعات إلى قول شيء حول الجينات. وقصة العرق وحاصل الذكاء هي، إلى حد كبير، فشل محزن لفهم البيولوجيا الأساسية.

الإيمان بالوراثة، الذي يشبه إلى حد ما الإيمان بالقضاء والقدر، مسوغ صالح لعدم القيام بأي عمل. ويمكن، على الأقل، استخدام رواية علماء البيئة في محاولة لتحسين الأمور. فوجهة النظر الوراثية هي عادة فرصة لتوجيه اللوم إلى الضحية؛ وطريقة لتسويغ الظلم لأنها محدودة بالطبع. وعلم الحياة هو الذي يربح في الفصل الأخير من ***دانييل ديروندا***: مصير البطل مرمز في جيناته. إنه يعود إلى جذوره السلفية ويتزوج ميرا مورديكاي، بحضور عائلة كوهين. ويترك غوينولين هربرت، المعجبة به، تؤاسي نفسها بذكرى زوجها البغيض هنلاي غراندكورت، الذي غرق على نحو مريع قبل بضع صفحات. وتنتصر الجبرية، التي تناسب الروائي. ومن سوء الحظ-أو قد يكون من حسن الحظ-أن تكون الحياة الواقعية معقدة أكثر بكثير من ذلك. قد يكون اكتشاف مدى ضآلة مانعرفه حول الحالة الإنسانية، التي لم يسبق أن عرفناها، واحدا من أكثر المكتشفات المهمة التي يجب أن نتوصل إليها عن طريق علم الوراثة الحديث.

الفصل الثالث عشر

13 أقرباء تحت الجلد

كان عام 1906 عاما ناجحا بالنسبة لحديقة الحيوان في برونكس، لأن أحد المعروضات الجديدة كان يجتذب الناس. إنه القزم الأفريقي، أوتا بنغا، الذي وضع في القفص نفسه مثل إنسان الغاب. أحدث عرض هذا المخلوق ضجة، ليس لأنه كريه المنظر، بل لأنه عزز فكرة التطور، تلك الفكرة التي قالت بالقرابة بين الإنسان والقرد. أطلق سراح أوتا بنغا بعد فترة، لأنه كان، على الأقل، يطلق السهام على من كانوا يسخرون منه. ثم انتقل إلى فرجينيا حيث انتحر بعد بضع سنوات.

كانت دراسة التطور الإنساني من خلال حديقة الحيوان في برونكس واسعة الانتشار. ولينايوس بالذات، الذي كان أول من صنف الحيوانات والنباتات، هو الذي وضع الفكرة على نحو محكم في عالم 1754: "تشكل كل الأشياء الحية، النبات، والحيوان وحتى الجنس البشري نفسه، سلسلة واحدة لكائن عالمي تمتد من بداية العالم إلى نهايته." والسلسلة الكبرى للكائن تعتبر التطور ارتقاء هادئا، تحولا غير متصل من الحمأة البدائية إلى حكومة جون ميجر. أطلق لينايوس على نوعنا تسمية الإنسان العاقل-وسلم بوجود عدة أنواع مميزة. فإضافة إلى الآسيوي السوداوي ذي اللون الأصفر والعريكة اللينة، هناك الأوروبي الأبيض بحمرة ذو العضلات المفتولة؛ والأمريكي الأحمر، المنتصب الحاد الطبع؛ والأفريقي الأسود اللامبالي والخامل.

عاشت مختلف الجماعات من بني الإنسان في مراحل مختلفة. فكان الأفارقة في أسفل السلم قرب القردة، والأسيويون في مكان ما بينهما، والأمريكيون في أعلاه طبعا. ولم يتردد الكتاب في العهد الفيكتوري من عرض هذه الفكرة بفظاظة. فقد زعم روبرت شمبرز، الذي وضع كتابا مؤثرا حول التطور قبل داروين بخمسة عشر عاما أن "دماغنا.... يشق طريقه عبر الصفات التي يظهر بها عند الأمم الزنجية، والملايية، والأمريكية والمغولية، وينتهي إلى أن يكون قفقاسيا. وباختصار،

إن الصفات الرئيسية عند مختلف أعراق الجنس البشري تمثل ببساطة مختلف المراحل الخاصة في تطور النموذج الأرقى أو القفقاسي....المغولي طفل مكبوح، وُلد حديثاً."

النظرية القائلة باختلاف الأعراق بيولوجياً لها تاريخ طويل وشائن تَسَبَّبَ بعثُه بالبؤس والموت. فقد امتد إلى علم الطب. ولا بد أن يكون أكثر الناس قد رأوا أطفالاً مصابين بمتلازمة داون، التي تعزى إلى خطأ في صبغياتهم. أطلق عليها مكتشفها لانغدون داون، في عام 1866، تسمية "مغولية" لما بدا له أنها حجة علمية جيدة- انزلق هؤلاء الأطفال درجتين نزولاً على سلم التطور ليصبحوا مشابهين للشكل الأدنى من الحياة الإنسانية، أي للمغول. ومن الغريب أن صديقاً يابانياً أخبرني أنهم يطلقون على هذه الحالة في بلده تسمية "الإنكليزية Englishism." تبدو هذه الفكرة سخيفة في الوقت الحاضر لأن متلازمة داون، كما نعرف، تعزى إلى خطأ في تحول صبغي خاص موجود عند كافة الجماعات البشرية وحتى عند قردة الشمبانزي.

يدور هذا الفصل حول مايمكن وما لايمكن لعلم الحياة أن يقدمه لنا فيما يتعلق بالاختلافات بين شعوب العالم. وتاريخ العرق يوضح، أكثر من أي شيء آخر، حدود علم الحياة في فهم الشؤون الإنسانية. كان علماء الحياة يتحدثون-أو يصرخون- على مدى سنوات حول العرق. وسار الجهل والثقة بالنفس جنباً إلى جنب. ومع أن السياسيين يستخفون عادة بالعلماء أكثر مما يفعل العلماء، فإن تاريخ العنصرية العلمية، كما كان يعرف، تاريخ مخيف. وتثير الجدل في هذه الأيام مسألة الطبع ومدى الاختلافات الوراثية بين الأعراق حتى عند تجريدها من تعصب الماضي.

كنت دائماً أشعر بنوع من الشفقة على أولئك الذين تنحصر قدرتهم على احتقار أقربائهم من بني البشر بلون الجلد عند ضحاياهم. ويبدو لي أن لاعلاقة لعلم الوراثة-ويجب ألا تكون له علاقة-بتقييم أهمية أقرباء المرء الإنسانيين. وبهذا المعنى، لاتوجد علاقة لعلم الحياة الخاص بالعرق الإنساني بمسألة العنصرية. والواقع، أن علم الوراثة الحديث يبيّن أن ليس هناك جماعات مستقلة ضمن الإنسانية (على الرغم من وجود اختلاف ملحوظ بين شعوب العالم). هذه النتيجة مطمئنة، ولكن يجب أن تكون وثيقة الصلة بالطبيعة الاجتماعية أو السياسية للعرق. أما الاعتماد على الدّنا في تعريف المبادىء الأخلاقية، فعمل محفوف بالمخاطر. العلم يتطور. ونحن نتعلم المزيد، والنظريات تتغير. ويصح هذا على علم الوراثة كما يصح على أي شيء آخر.

لقد تبدلت الآراء حول علم الحياة الإنساني وقد تتبدل من جديد. ولكن، مما لاشك فيه أن هذا لايصح على المواقف المتعلقة بحقوق الإنسان. فلا يجب أن ننسى أين يتوقف علم الحياة وتبدأ المبادىء الأخلاقية.

يمكن تقسيم الإنسانية إلى مجموعات بعدد من الطرق؛ وذلك حسب الثقافة، واللغة والعرق-أي لون الجلد. ويعتمد كل قسم إلى حد ما على التحيز وقد يؤدي إلى الارتباك نظراً لعدم وجود تداخل بين تلك المجموعات. ففي عام 1987، قامت سكرتيرة من فرجينيا برفع قضية ضد مستخدمها لأنه يعاملها معاملة عنصرية لكونها سوداء. وخسرت القضية على أساس أنها بيضاء لأنها كانت حمراء الشعر. وبعدئذٍ، عملت عند رجل أسود فرفعت ضده قضية أيضاً، متشجعة بتجربتها السابقة، لأنه يعاملها بعنصرية لأنها بيضاء. وخسرت القضية مرة أخرى، لأن المحكمة قضت بأنها لو كانت بيضاء لما تعلمت في مدرسة السود.

والأمم أيضا، تختلف في طريقة تعريفها لهويتها العرقية. فوجود جد أفريقي واحد في جنوب أفريقيا، مهما كان بعيدا، يعني الانحدار من العرق الأبيض. وأعلن البابا دوك باعتزاز أن أمته يجب أن تكون بيضاء لأن كل واحد تقريبا، مهما كان سواد جلده، لابد أن يكون له جد أبيض في مكان ما. واكتسبت بلدان أخرى مميزات دقيقة تقوم على أساس لون الجلد. فبعد قرنين من الغزو الأسباني لأمريكا اللاتينية، لوحظ هناك وجود أكثر من عشرين عرقا. فجاء المستيزو Mestizo من الأسباني والهندي، والكستيزو Castizo من من المستيزو والأسباني، والخلاسي من الأسباني والزنجي، والمغربي من الخلاسي والأسباني، والأمهق من المغربي والأسباني، وجاء التورنا أتراس Torna atras من الأمهق والأسباني وهكذا في سلسلة مطولة من الجدل البيزنطي. نكتشف من كل هذا مدى صعوبة وضع تعريف موضوعي لمعنى العرق.

كانوا يظنون سابقا أن الأجناس لابد أن تكون مميزة لأنها تنحدر من أجداد مختلفين. وكما هو شائع، إن سام وحام ويافث أبناء نوح هم أولئك الأجداد. بدأ علم الإنسان بالبحث عن نماذج مثالية لكل جنس، أي عن أنماط عرقية. وكان يظن أن الأفارقة، والبيض والآسيويين وحدات منفصلة، أي مختلفة جدا فيما بينها. وربما ظن علماء الإنسان المبكرون أن كل عرق إنساني كان سلالة نقية وغير مختلطة، تعيش في وطن أجدادها. ولم يتلوث نقاء تلك السلالة إلا في العصور الحديثة عن طريق التهجين. وبناء عليه، كان التمازج العرقي ضد الطبيعة ولا بد من تفاديه.

وكان يكن التسامح بالاستثناءات في الحالات الطارئة، كما في حالة قيام القديسين كوزما وداميان، بمساعدة العناية الإلهية، باغتراس ساق سوداء عند مريض أبيض.

استنتج علماء الإنسان أن الشعوب المعاصرة لو كانت مزيجاً مشوشاً أُعِدَّ مما كان يشكل قديماً مجموعة من الأعراق، لكان يمكن حتى الآن تعريف الأفراد الذين يمثلون عينات مثالية لهذه أو تلك من المجموعات الأصلية. ودار موضوعه في حلقة مفرغة خلال معظم تاريخه في محاولة لتمييز الانقسامات التي يمكن تصنيف الناس إليها. وقضى أولئك العلماء أيامهم المبكرة في بحث عقيم عن الأوطان وطرق الهجرة لمجموعة الأعراق النقية الخيالية التي كان يُظَن أنها امتزجت لإنتاج الإنسان الحديث. استخف علم النماذج الشخصية بالأطوال. وكانت جامعة هارفارد هي مركز البحث عن النموذج البدئي. وما زال ينتصب حتى الآن في متحف بيبودي لعلم الإنسان تمثالان عاريان محتشمان على نحو مناسب. وكان هذان التمثالان قد صنعا على أساس مقاييس أُخذَت في الثلاثينات لعشرات من الطلاب الذكور والإناث. واستُخرِج متوسط تلك المقاييس، وانتهى الجدل، وأصبح بالإمكان إنتاج صورة لشخص مثالي لم يتخرج بعد من هارفارد-أطول شكل لكائن إنساني. و **مسّ وورلد كونتست**، واحدة من بقايا هذه الفلسفة، حاول خبراؤها، كطلاب التطور الإنساني المبكرين، يائسين وفشلوا في وضع تعريف موضوعي للمرأة المثالية.

كان يجري التعرف على النماذج العرقية عادة من الجماجم. وتعكس كلمة "قفقاسي" ادعاء بأن الجمجمة التي تمثل، على أفضل وجه، الناس البيض الذين جاؤوا من جبال القفقاس لأن العرق الأبيض ربما كان انتشر من هذه الأماكن النائية المنعزلة. وبُدِّدَت سنوات في قياس الجماجم بدلاً من التفكير في التطور. وكان أفضل (وأسهل) مقياس عياري هو المَنْسِب الرأسي، أي نسبة أقصى طول الجمجمة إلى أقصى عرضها. وعلى هذا الأساس تم قياس آلاف الجماجم من مختلف أرجاء العالم في محاولة لمعرفة أصولهم السلفية.

كان البحث عقيماً. لأنه لم يقدم أي دليل على وجود، أو كانت توجد، مجموعات سكانية تضم أفراداً يشتركون جميعهم في المنسب الرأسي نفسه. والمزعج أكثر في مقاييس الجماجم هو شكل الجمجمة عند أطفال المهاجرين إلى أمريكا التي تحولت كثيراً عن جماجم آبائهم باتجاه جماجم الناس الذين يعيشون هناك حالياً. وعلى أية حال، يتأثر شكل الجمجمة بالاصطفاء الطبيعي. فالجماجم عند المجموعات السكانية التي تعيش في الأماكن الحارة المتباعدة عن بعضها بعضاً كأفريقيا والملايو، متشابهة الأشكال وتختلف عن جماجم من يعيشون في اسكنديناڤيا والأسكيمو. وحتى

لو كان لهم أسلاف مختلفون، فإنهم يميلون إلى الالتقاء عند الشكل نفسه تقريباً. لايدل الشكل المشترك للجمجمة بالضرورة على وطن مشترك. لأن جزءاً يسيراً من الاصطفاء الطبيعي يلغي جزءاً كبيراً من التاريخ.

بدت الاختلافات بين المجموعات السكانية واضحة جداً إلى الحد الذي انبهرت فيه أبصار العلماء عن رؤية نتائجهم. فقد قاس صموئيل جورج مورتون في كتابه ***الجماجم الأمريكية***، لعام 1830، مئتين وخمسين جمجمة. وظن أن الاختلافات كانت واضحة: عُلَبُ الدماغ عند القفقاسيين أكبر منها عند المغوليين والملاييين وهي عند هؤلاء أكبر منها عند الأفارقة. وأعيد قياس الجماجم نفسها بآلات حديثة بعد مئة وخمسين سنة. فاختفت الاختلافات إلى حد كبير، وعُزِيَت نتائج مورتون إلى إهمال بعض الجماعات -كالبيروويين- التي لم تنسجم مع أفكاره، وارتباك الذكور والإناث، والفشل في تصحيح حجم الجمجمة بما يناسب الاختلافات في حجم الجسم.

وعلى الرغم من هذه المشكلات (التي أدت إلى التخلي عن المنسب المخي)، كان العاملون القدامى يثقون إلى حد كبير بأهميته. واستخدم النازيون القياسات القحفية في محاولة للتعرف على الأشخاص الذين لهم أجداد من اليهود. وكان الفرنسي جرجس فيشر دو لابوغ على صواب أكثر مما كان يتوقع عندما كتب في عام 1877: "أنا على قناعة بأن الملايين سيقومون في القرن القادم بذبح بعضهم بعضاً بسبب زيادة أو نقص درجة أو درجتين في المنسب المخي".

ويمكن أيضاً تصنيف الأجناس وفقاً للّغة. ففي الأساس، جاءت عبارة "آري"، التي اكتسبت تلك النغمات التوافقية المشؤومة، من فكرة الشعب الموهوب، أي الشعب الآري، الذي هاجر من وطنه في مكان ما في الشرق، حاملاً معه وراثته ولغته. وكتب الكاتب الفرنسي جوزيف غوبينو، أبو الآيديولوجيا العنصرية الحديثة، في مقالته لعام 1854 حول تباين الأعراق الإنسانية أن "كل شيء عظيم، ومثمر ونبيل في عمل الإنسان على سطح الأرض ينبع من العائلة الآرية العظيمة." وأقنع نفسه بأن الآريين انتشروا ليكتشفوا أن الثقافات في البلدان القديمة، كمصر، وروما، والصين وحتى في البيرو وأن "كافة الحضارات استَمِدَّت من العرق الأبيض." ويمكن اقتفاء أثر الرحلة الشهيرة التي قام بها ذور هيردال عبر المحيط الهادي بحثاً عن مؤسسي حضارات جزر بولينيزيا مباشرة إلى كتابات غوبينو. فقد دفعت تلك الكتابات إلى القيام بسلسلة طويلة من هذه المحاولات، ومحاولة هيردال واحدة منها فقط، لتقصي أثر الروابط التاريخية بين الثقافات (كالثقافة السلتية والأنكا) التي اشتركت بإقامة النصب التذكارية الضخمة، وتحضير المومياءات، وعبادة الشمس.

وكان يظن أن ذلك كله يعود إلى الآريين، الذين كانوا غالبا يوازون المصريين القدماء.

يدرس علم الإنسان حركة الشعوب، والجينات والثقافات. وفي الماضي، كانوا يظنون أن هذه العناصر جميعها واحدة. ولكن يتبين من مراقبة المواطنين في الشارع، حتى للمختص بعلم الإنسان، أنه لا يمكن أن يكون الجميع من نموذج عرقي واحد: يظهر الناس بمظاهر مختلفة. والاختلاف في العادة يعني التصنيف؛ والتصنيف مجرد مرحلة بسيطة، تبدأ بتصنيف الناس وتنتهي باتخاذ قرار بشأنهم. ولم يتردد قدامى القائلين بنظرية التطور. فكان يسر بلومنباخ[1]، الذي صاغ عبارة "قفقاسي"، أن يظهر الأهداف التي يتعاطف معها. فجاء في جزء من تعريفه لهذه الجماعة: ".... جنس الرجال الأكثر جمالا... أسرفت الطبيعة على النساء بجمال لا يمكن رؤية مثيل له في مكان آخر. ويستحيل علي أن أنظر إليهن دون أن أعشقهن." وكان يمكن التنبؤ تماما بآراء ورثته-شعب مثلهم في الأعلى وأولئك البعيدون في الأسفل. حتى روسو الذي زعم أنه يؤمن بصلاح الجنس البشري، لم يشر إلى أن البدائي الطيب كان أسود اللون.

كان روسو يعمل وفقا لتقليد قديم لتقرير من هو الذي يستحق شيئا ما. وكانت نسبة 90% من الأسماء التي أطلقتها الشعوب البدائية على نفسها تعني "رجال"، أو "الرجال فقط"، أو "الرجال النخبة"، أي نحن البشر وغيرنا أدني بكثير. يستثنى من ذلك، كما يبدو، هنود السيوكس في أمريكا الشمالية. وكلمة سيوكس Sioux هي اسم الأفعى، أو العدو. مع ذلك، كانت إحدى القبائل المجاورة هي التي أطلقت عليهم هذه التسمية، واستخدمها بعد ذلك أوائل المستعمرين الفرنسيين. والسيوكس، من جانبهم، يطلقون على قبيلتهم تسمية "لاكوتا"-أي الكائنات الإنسانية، أو الشعب.

مارست الفكرة القائلة بأن الإنسانية كانت منقسمة إلى سلسلة من السلالات النقية المميزة بيولوجيا والمختلفة نوعيا تأثيرا كارثيا. وكان هذا التاثير مميزا في ألمانيا خصوصا. هنا، كانت واضحة جدا صلة الفلسفة والسياسات عند النازيين بعلم الإنسان، والرغبة في العودة إلى عصر الأعراق النقية. وجرى في عام 1905 تأسيس جمعية علم الصحة العرقي. فألغيت، في عام 1908، كافة الزيجات المختلطة في جنوب غرب أفريقيا (ناميبيا اليوم) وكانت خاضعة للاستعمار الألماني، وتم تجريد المتورطين في تلك الزيجات من مواطنيتهم الألمانية. وكتب هيكل، النصير

---

[1] – عالم أنثروبولوجي ألماني (1752-1840). المترجم

الألماني لـــ *أصل الأنواع*، أن "الاختلافات الشكليائية بين نوعين مميزين بوجه عام–كالأغنام والماعز مثلاً–أقل أهمية بكثير من مثيلاتها بين رجـــل مـــن الـــهوتنتوت[1] ورجل من العرق التيوتوني." وانتهت هـــذه الفلســـفة بكارثـــة السياســـة الهتلريـــة العنصرية.

هناك روابط بين علم الحياة وسياسات الاختلافات الإنسانية التي بدأت قبل هتلـــر واستمرت فترة طويلة بعد وفاته دون أن تمنى بالإفلاس. وكان تمثال الحرية، قبـــل عام 1923، يحظى فعلاً بالترحيب، كما جاء في النقش الموجـــود عليـــه "الجمـــاهير المحتشدة، التي تناضل في سبيل حريتها." وفي كتابه *زوال الجنس العظيـــم*، الـــذي صدر عام 1916، قلّد الأمريكي المرخم الاسم، ماديسون غرانت، كثيراً من زملائـــه عندما تشكى من كونِ الأعراق الغريبة طُعِّمَت إلى سلالة عرقية أمريكية. وبنصيحة من علماء الأحياء، دُفِع الرئيس كوليدج إلى القول " نتعلم من القوانين البيولوجيـــة أن بعض الشعوب المتباعدة لن تتمازج أو تختلط. لقد انتشر النورديون[2] بنجـــاح. أمـــا الأعراق الأخرى، فسببت التدهور في كلا الجانبين."

بعد تشكيل اللوبي الوراثي المعروف، أُقِرَّ في الولايات المتحدة، في عـــام 1924، أول مرسوم للهجرة. فوضع هذا المرسوم قيوداً لضمان بقاء التركيب العرقي هنـــاك كما كان عليه عند نهاية القرن التاسع عشر. وسُمِح بموجبه لكل بلد بحصة مقدارهـــا 2% من عدد مواطنيها الذين كانوا يعيشون في الولايات المتحدة عام 1890 (عندمـــا كان معظم المهاجرين يأتون من الجزر البريطانية واســـكنديناقيا وألمانيـــا). وكـــان القانون صالحاً جداً لأنه استبعد سكان أوروبا الشرقية وترك الكثيرين منـــهم تحـــت رحمة تجربة أخرى من تحارب علم الصحة العرقي التي سرعان مابدأت هناك. ولم تُلْغ حتى عام 1966. خيمت نظرية الأعراق النقية بظلها فترة طويلـــة، ومـــا يـــزال شبحها ماثلاً حتى الآن. فقد وصف حزب سياسي هنغاري الغجر في حملتـــه ضـــد حقوقهم، في عام 1992، بأنهم "جماعة غير نافعة، لم ينطبق عليهم قانون الاصطفـــاء الطبيعي."

وأخيراً، أمّن علم الوراثة الوسائل لاختبار نقاء الأعراق. وكلمة "عرق" غامضـــة وصعبة التعريف. وبما أنها تنطوي على معايير اجتماعية وسياسية، لذلك لايمكـــن أبداً لعلم الوراثة وحده أن يدعي بأنه قدم حلاً لمشكلة التفريق العرقي الإنساني. وفي

---

[1] – سكان جنوب أفريقيا. المترجم

[2] – سكان شمال أوروبا. المترجم

محاولة للإفلات من المشكلة عن طريق إعادة تعريفها، تستخدم أحيانا عبارة "الجماعة العرقية". وقد تلجأ هذه الجماعات إلى تعريف نفسها، وهذا جزء من المشكلة. فالاسكتلنديون بالكاد كان لهم وجود قبل أن يخترع وجودهم الملك جورج الرابع، وذلك بزيارته لأدنبرة عام 1822 وارتدائه التنورة الستيوارتية وزوجا من رداء لحمي محكم، الأمر الذي أشعرهم بأن لهم هوية قومية لم يكونوا قبل ذلك يشعرون بها. واستولت على خيال السير وولتر سكوت فقط مسألة ابتكار ثقافة وطنية لإنتاج أسطورة عرقية جديدة ومقنعة. وبنيت تلك الأسطورة، في معظمها، على أساس التنورة السلتية، التي، كما قال ماكولي[1]، "كان يعتبرها قبل التوحيد تسعة من بين كل عشرة من الاسكتلنديين لباسا للصوص." والسلتيون أنفسهم، وهم أكبر وحدة يفترض أن الاسكتلنديين ينتمون إليها، وهم يقوم على أساس عدم اكتمال السجل الآثاري.

تتمثل المسألة الأكثر أهمية، بالنسبة للهوية العرقية، بالمجموعة التي نظن أننا ننتمي إليها. أما بالنسبة للجينات فالمسألة ليست بمثل هذه البساطة. ويمكن إثبات أن الجينات ذات الأهمية هي تلك التي نراها. على الرغم من ذلك، يميل الناس إلى اختيار الأزواج من لونهم، بحيث يكون هذا هو الأساس عند الانتهاء إلى دراسة العرق. ولكن نظرية نقاء العرق عززت الادعاء القائل بأن الجماعات الإنسانية تنحدر من سلسلة من الأسلاف. فإذا صح هذا، وإذا كانت الجينات التي تبدل مظهر الناس تمثل حقا بقايا هذا التاريخ، عندئذ ينبغي تمييز أعراق العالم، واحدا من الآخر، في عينة كبيرة من جيناتهم وليس فقط بالجينات الخاصة بلون الجلد.

وفي هذا تعترض سبيلنا مشكلة أي الجينات يجب أن نستخدم. قد تكون المعلومات التي تحملها سلسلة الدنا مفيدة. وبما أن سلاسل الدنا، في أكثرها، لاتنهض بدور إنتاجي وبما أن المجادلات حول العرق تتحول عادة إلى دراسات حول النوعية البيولوجية، يصبح مفهوما أكثر أننا يجب أن نبحث عن الجينات الوظيفية، كالزمر الدموية، والأنظيمات والبروتينات. وتتوفر أيضا عن هذه الجينات معلومات أوسع من تلك التي يوفرها ترتيب الأسس في الدنا. بدأت المعلومات حول الدنا بالظهور وتوليد خلافاتها الخاصة حول استخدام علم الوراثة في تقرير الانتساب العرقي.

---

[1] - توماس ماكولي (1800-1859)، سياسي وكاتب ومؤرخ بريطاني. المترجم

أصبحنا نعرف الآن أنه، فيما يتعلق بالبروتينات أوالزمر الدموية، لايوجد شخصان متشابهان ضمن أي تجمع سكاني. والأطلس الوراثي ماذا يشبه؟ وهل تترافق الميول في لون الجلد-التي تنتج، كما هو الواقع، من تبدلات في أقل من عشر جينات-بميول مماثلة عند الجينات الوظيفية المئة ألف التي تشكل كائنا إنسانيا؟

يمكن لأي شخص أن يدرك الميول الشاملة في لون الجلد وشكل الشعر وما إلى ذلك. وهناك الكثير من النماذج الأقل وضوحا. والسبب في ذلك غير معروف تماما بالنسبة لمعظم النماذج. وفي بعضها، قد يكون الاصطفاء الطبيعي هو السبب (مع أنه من السهل جدا تأليف القصص حول عجائبها التي يمكن أن تفسر-أو تزيل الشكوك- أي نموذج من نماذج توزيع الجينات). لاشك في وجود عدد من الثغرات الشاملة في لون الجلد، وشكل الجسم، وتركيب الهيموغلوبين الذي يتطور، كما يبدو، من خلال عمل الاصطفاء.

وهناك نماذج أخرى لافتة للنظر في كونها تلتمس تفسيرا لها بالطريقة نفسها. والزمر الدموية من صلب موضوعنا. فجينة الزمرة B في جهاز ABO نادرة تقريبا في انكلترا-يحملها أقل من 10/1. وتشيع هذه الزمرة في وسط روسيا وغرب أفريقيا، حيث يحمل مايقرب من ثلث السكان هناك هذا الشكل المختلف. وقد يعكس النموذج اختلاف الاستعداد للمرض، الأمر الذي لم يتأكد حتى الآن. يمكن أن تكون الزيجات بين رجل إيجابي وامرأة سلبية، بالنسبة للجهاز الريصي Rhesus system، خطرة لأن دم الأم قد يتفاعل ضد دم طفلها. مع ذلك، تشيع السلبية الريصية في أوروبا وأفريقيا. ومن المفترض أن تكون لها بعض الفائدة التي تتيح لها أن تنتشر في مواجهة هذه الغرامة الواضحة.

سوف يضطر، حتى من هو أوسع خيالا، إلى ابتكار تعليل انتقائي لأكثر الميول الجغرافية. فعلى سبيل المثال، الصملاخ في آذان معظم الغربيين يكون رطبا ولزجا، بينما يكون عند الشرقيين رقائقيا وجافا. وعلم الحياة الحديث يسبب اختلافات أخرى مربكة بدرجة مماثلة بين مختلف أجزاء العالم. كان الأوروبيون دائما مدمني شراب. والأدب زاخر بالإشارات إلى متع الكحول. وعلى الرغم من سمية الشراب، فإن معظمنا يواجهه بنجاح. والفضل في ذلك يعود إلى الإنظيمات الكبدية التي تحلل الكحول إلى شكل يمكن التخلص منه بسهولة. ويمكن معالجة الكحوليين بالأدوية التي توقف عمل الإنظيمات، وبالتالي، يشعر الكحولي بالضعف والسقم بعد حفلة بسيطة من الشراب وسرعان مايعتاد على تفادي تناوله.

معظم الناس في اليابان يتفادون الكحول. لأن وجوههم تصبح حمراء ويشـــعرون بالسقم عندما يتناولون الشراب. والسبب في ذلك يعود إلـــى اختـــلاف الإنظيمـــات الكبدية التي يحملونها عن مثيلاتها عند الغربيين وإلى سوء أدائها في التخلص مــــن السموم. ولكن هذه النسخة أقل شيوعا عند الكحوليين اليابانيين، الذين يميلـــون إلـــى حمل الشكل الغربي من الجينات. يستخدم الدايسلفيرام Disulfiram لمعالجة الكحوليين في الغرب، فيسبب هذا العلاج أعراضا مماثلة للأعراض التي يظـــهرها اليابـــانيون عندما ينهمكون في هواياتهم المحببة. الميل في تكرر جينة استقلاب الكحول يكـــون من الغرب إلى الشرق. والسبب مايزال مجهولا أيضا.

وبما أن الجزء الأكبر من علم الطب-نقل الدم، والغرائس النســـيجية ومعالجـــة الأمراض الخلقية-يعتمد على الوراثة، وصلنا فجأة إلى موقع مدهش لمعرفة نمــــاذج التبدل الوراثي عند الإنسان أكثر منها حول تلك النماذج عنـــد أي مـــن الحيوانـــات الأخرى. فقد تم وضع خريطة لمئات من مختلف الجينات-من تلك الخاصة بـــالزمر الدموية، والإنظيمات ومختلف الأشكال الموروثة على السطوح الخلوية. ومعظم هذه الجينات-جينات لون الجلد، أو الزمر الدموية أو تحمل الكحول-تختلف من مكــــان إلى آخر. والصورة التي تبرز تختلف تماما عن الصورة التي يساندها من يعتقـــدون بأن النوع الإنساني ينقسم إلى عرقين مختلفين، يميزهما لون الجلد. والميول في لون الجلد لاتترافق، في الواقع، بالميول عند الجينات الأخرى. وبدلا من ذلـــك، تكـــون نماذج الاختلاف في كل جملة (ولتكن الزمرة الدموية، أو الإنظيـــم، أو مســـتضدات السطوح الخلوية) مستقلة إلى حد كبير. كان يمكن لوجهة نظرنا في العرق الإنساني أن تكون مختلفة تماما لو أننا شخصناه من الزمر الدموية، مع عـــدم توقـــع وجـــود تحالف بين الأمريكيين والنايجريين، الذين يمكنهم باتحادهم أن يحتقروا الاســـتراليين والبيروفيين لأنهم لايحملون الزمرة الدموية B. عندما تستخدم جغرافيــــة الجينـــات لتقصي إجمالي نماذج الاختلاف، يبدو أن الناس من مختلف أرجاء العالم لايختلفـــون كثيرا من حيث المعدل. فاللون لايقدم الكثير حول مايكمن تحت الجلد.

لنتصور أنه تجري معايرة كافة سكان العالم لتقييم جملة التنوع الوراثـــي الـــذي يحملونه في الزمر الدموية، والإنظيمات، ونماذج السطوح الخلوية. ينبغي أن يكـــون هذا العمل سهلا بما فيه الكفاية؛ رغم ذلك، سينقص كامل سكان العالم عنـــد القيـــام بغليهم إلى حساء لايملأ سوى ويندرمير Windermere. وعندئذ يمكن تمييز إجمـــالي مجموعة الاختلافات بين الناس، والبلدان والأعراق لمعرفة كيف يحدث الانشقاق.

يظهر التحليل-الذي يقوم على أساس ثمانية عشر جينة متغيرة عند مئة وثمانين من مختلف المجموعات السكانية- أن حوالي 85% من إجمالي التنوع بالنسبة لهذه العينة من الجينات، التي تنتشر في كل أنحاء العالم، يأتي من الاختلافات بين مختلف الأفراد في البلد نفسه: رجلان إنكليزيان أو نايجيريان يتم اختيارهما عشوائيا. وتعزى نسبة 5-10% إلى الاختلافات بين الأمم؛ كما هي الحال بين الناس في إنكلترا وأسبانيا مثلا، أو الناس في نايجيريا وكينيا. إن إجمالي الاختلافات الوراثية بين "الأعراق" (الأفارقة والأوروبيون مثلا) ليس أكبر مما هو عليه بين مختلف البلدان ضمن أوروبا أو ضمن أفريقيا. فالأفراد-لاالأمم ولا الأجناس-هم المستودع الرئيسي للتغاير الإنساني فيما يخص الجينات الوظيفية. والعرق، كما يحدده لون الجلد، لم يعد كيانا بيولوجيا أكثر مما هي الأمة، التي تعتمد هويتها فقط على تاريخ وجيز مشترك.

تظهر التبدلات الجغرافية في الجينات خطأ الفكرة التي تقول إن الإنسانية تنقسم إلى سلسلة من المجموعات المميزة. فالوطن الأصلي القديم في القفقاس-مهد العرق الأبيض-ليس أكثر من أسطورة، وكذلك نظيره في مصر أو البيرو. فلو بقيت على قيد الحياة، بعد حدوث كارثة كونية، مجموعة واحدة فقط- الألبان، أو البابيووان أو السنغاليون مثلا-لتم الاحتفاظ بمعظم التنوع البيولوجي العالمي. الإنسان نوع متجانس إلى حد ما، ربما لأن تطوره حصل في عصر حديث جدا. وباستخدام المعلومات حول الاختلاف في عينة البروتينات كدليل، يكون الاختلاف بين أجناس النوع البشري بمعدل 50/1 فقط من الاختلاف بين الإنسان والشمبانزي. ويعكس هذا قصر المدة التي انقضت منذ بدأ الإنسان يعمر الأرض ويتشكل إلى المجموعات الموجودة اليوم.

أما المخلوقات الأخرى فأكثر تنوعا بين مكان وآخر. وما من شك في أن العرق يعني شيئا يذكر عندها. فالاختلافات بين تجمعات الحلازين في واديين متجاورين في جبال البيرينيه أكبر بكثير منها بين السكان الاستراليين، الأصليين منهم والأوروبيين. والاختلافات بين إنسان الغاب في بورنيو ومثيله في سومطرة، على بعد بضعة أميال فقط، تصل إلى عشرة أضعاف ماهي عليه بين أي مجموعتين إنسانيتين، ربما لأنهما تطورا مستقلين على مدى فترة طويلة فوق أرض الجزيرتين. وقد يكون مفهوما تماما، من الناحية البيولوجية، أن تكون عنصريا بالنسبة للحلزون أو إنسان الغاب، لكن يجب على بني البشر أن يتقبلوا حقيقة كونهم ينتمون إلى نوع متماثل إلى حد ممل.

قد نكون متماثلين نسبيا، إلا أن هناك بعض النماذج العالمية. وكثيرا من الأفارقة يتميزون عن باقي سكان العالم. فعلى سبيل المثال، الأفارقة بوجه عام أكثر تنوعا من الناس في باقي أنحاء العالم، ربما لأن الإنسانية هربت من أفريقيا في وقت متأخر من تاريخها. والناس من غير الأفارقة يمثلون مجرد عينة صغيرة من الجينات في قارتهم الأصلية. وتشير الجينات أيضا إلى أن معظم الناس من غير الأفارقة متقاربون فيما بينهم أكثر من تقاربهم مع السكان الأفارقة.

وإمكانية استخدام الجينات لتمييز شعوب–كالأفارقة والأوروبيين–حقيقة قلما ارتبطت بمدى اختلافهم فعلا. على الرغم من ذلك، يمكن لطبيب شرعي أن يميز بين أخوين مشتبهين باقتراف جريمة من عينة دموية، مع أنهما يشتركان بنصف إرثهما. وحتى الجينة الوحيدة (التي تمثل جزءا ضئيلا من إجمالي الاختلاف بين شعبين) قد تكون دليلا موثوقا. فإذا ماإحتوت بقعة دموية في مسرح الجريمة على هيموغلوبين الخلايا المنجلية، فمن المؤكد تقريبا أن للمشتبه أسلافا أفارقة؛ أما إذا وجدت جينة تليف المعثكلة الكيسي (التي لايعرف لها وجود عند الأفارقة) فما على الشرطة إلا أن تبحث عن مشتبه أوروربي. والملاحظة أيضا لاتبدل حقيقة أن الأفارقة والأوروبيين يشتركون، كحد وسط، في معظم جيناتهم.

تثير مسألة إمكانية الاختلاف إزاء الاختلاف جدلا جديدا. فبصمات الدنا متغيرة إلى حد كبير. فكل واحد لا نظير له. وعندما اكتشفت تلك البصمات لأول مرة، برزت مزاعم مذهلة حول إمكانية أن تحدث البصمات ثورة في الطب الشرعي. وقد وصفت جهة الادعاء، في إحدى المحاكم الأمريكية، فرصة خطأ البصمات بأنها تعادل 738/1 مليون مليون. إذ يمكن التعرف على المشتبه عن طريق كمية بسيطة مميزة من الدنا–دم، أو مني أو حتى بصلة شعرة. ولم يكن هناك، كما يبدو، مجال للنقاش. لأن الحالة كانت مقنعة تماما إلى درجة كان القضاة معها يرفضون أحيانا حتى مجرد الاستماع إلى دليل من الدفاع الذي كان يعترض على هذه الطريقة.

واليوم تبدو الأمور أكثر ضبابية تقريبا. فأولا، هناك طبعا حقيقة بسيطة تقول إنه حتى لو كان الاختبار معصوما عن الخطأ، فإن الناس الذين يقومون بإجرائه ليسوا كذلك. فقد حدثت بعض الهفوات الواضحة، كالخطأ في وسم العينات التي كانت قد اختبرت. وهناك مشكلات أخرى تقنية يمكن أن تؤدي إلى صعوبات. فعند مقارنة الدنا الموجود في مسرح الجريمة مع دنا المشتبه، تكون الشرائط الملطخة في كل عينة متراصفة ويمكن مقارنتها بصريا. وبما أن البصر وسيلة غير موثوقة، يكون هناك مجال كبير للخطأ في تقرير تشابه أو عدم تشابه الشرائط. ولطالما حدثت

معارك في قاعات المحاكم بين الدفاع وخبراء جهة الادعاء حول المعنى الدقيق لكلمة "تشابه" في هذا السياق. تلجأ المحاكم اليوم إلى جمع الشرائط المتماثلة مع بعضها في "علب" لتقليص احتمال ارتكاب الخطأ.

هذه الحجج هي مادة الجدل القانوني. ولا تختلف حول النزاعات بخصوص الاختبارات الأخرى الشرعية (كالاختبارات الخاصة بالمتفجرات) التي كثيرا ماتظهر فجأة. مع ذلك، هناك مشكلة أساسية إضافية في علم الوراثة الشرعي، تنشأ من التاريخ التطوري ومن الاختلافات بين الجماعات البشرية.

تتألف بصمات الدنا من سلاسل قصيرة من رسالة الدنا التي تتكرر مرات ومرات. ولكن عدد التكرارات والموضع الذي تحدث فيه تختلف من شخص إلى آخر. وهذا مايضفي على الطريقة نوعيتها. تجري عادة مقارنة عينة من مسرح الجريمة مع عينة من المشتبه ومع عينة من بعض الأشخاص من قائمة "مانحي الدم الأبرياء". هذا الإجراء يشبه إلى حد ما استعراض المطابقة، الذي ينتقي فيه الشهود المجرم من بين مجموعة يعرف أنها لم ترتكب الجريمة.

أسس مكتب التحقيقات الفيدرالي الأمريكي، في الأيام المبكرة لاستخدام طريقة بصمات الدنا، جماعة مرجعية من مانحي دم أبرياء من ضباط الشرطة البيض. وعندما كان يبدو لبعض المحلفين أن بصمة المشتبه قريبة إلى البصمة الموجودة في مسرح الجريمة أكثر من بصمة كل عضو في القائمة، تصبح القضية غير قابلة للنقاش. ويكون المدعى عليه هو الذي ارتكب الجريمة.

تنطوي هذه المقاربة في الواقع على احتمال وجود مشكلة تبدو بسيطة. فإذا مارأى شاهد عيان شخصا أبيض يقترف جريمة ما، ثم طلب منه انتقاء المجرم المزعوم من استعراض المطابقة الذي يتألف كله من السود، فإن هذا سيثير دهشة مشروعة. إذ من الواضح أنه يجب أن تتطابق المجموعة العرقية للمشتبه مع المجموعة العرقية التي تتم مقارنته بها لأن الدليل (لون البشرة في هذه القضية) يختلف وراثيا بين شعوب العالم.

معدل الطفرة في بصمات الدنا مرتفع جدا وهي تتطور بسرعة. ومنذ اكتشاف تلك البصمات، أكتشف أن بصمات من لهم أسلاف أفارقة تختلف إلى حد ما عن بصمات الأوروبيين (مع أن إجمالي التباعد الوراثي بين الأفارقة والأوروبيين بخصوص هذه الصفة ليس أكبر مما هو عليه في الأنظيمات والزمر الدموية، مع تسعة أعشار إجمالي التنوع الناجم عن الاختلافات بين الأفراد ضمن الجماعات

العرقية). فعلى سبيل المثال، هناك تنوع في عدد وموقع سلسلة الدنا المكررة التي تستخدم كأسس للبصمة في أفريقيا أكبر منهما عند الأوروبيين. ونتيجة لذلك، تشطر الدنا الأفريقية إلى مدى أوسع من الأطوال (بعضها أطول من أطوال الدنا الأوروبية). نموذج البصمة عند الناس ممن لهم أسلاف أفارقة قد يكون مختلفا بشكل ملحوظ عن مثيله عند أوروبي نموذجي. وعند السكان، في أمريكا الجنوبية، اختلافات جغرافية على نطاق أضيق أيضا.

ومن هنا تبرز إمكانية حدوث عدة صعوبات. فلنأخذ المثال التالي: لنتصور أن مشتبها أسود اتهم ظلما بارتكاب جريمة كان ارتكبها، في الواقع، رجل اخر أسود. وتتم مقارنة بصمة دنا المشتبه مع الدنا المتروكة في مسرح الجريمة ومع بصمات من هم على قائمة رجال الشرطة البيض. يعني التباعد الوراثي بين الأعراق أن دنا المشتبه البريء هو حتما أكثر تشابها مع دنا المجرم منه مع أي أوروبي. ولذلك، يمكن أن يتعرض لخطر الإدانه رغم براءته. ومثل ذلك أيضا، إذا ماالكتشفت في مسرح الجريمة مجموعة مميزة من البصمات وشريط الدنا لجماعة من الأفارقة أو أي جماعة أخرى وكانت تلك المكتشفات مشتركة في تلك الجماعة، فإن العينة يحتمل أن تحمل شرائط أخرى هي نوعية بالنسبة لتلك المجموعة السكانية. هذه الحالة تشوش تقييمنا لمدى احتمال أن يكون تشابه المشتبه مع تشابه البقعة الدموية قد نشأ عن طريق الصدفة. وهناك اليوم في الولايات المتحدة ثلاثة أسس مختلفة للمعلومات من القفقاسيين، والأسبانيين والأمريكيين-الأفارقة في محاولة للتغلب على هذه المشكلة.

أدى كل هذا إلى الجدل في أوساط استخدام بصمة الدنا وكان لابد من حدوث ذلك. ففي الولايات المتحدة على الأقل، حيث يشيع القتل العمد المقنون من قبل الدولة، قد تكون هذه المسألة مسألة حياة أو موت. وتعمل المحاكم الأمريكية وفقا لقاعدة تقضي برفض الدليل العلمي إذا لم يكن مقبولا في الوسط العلمي بشكل عام. وظهرت عدة بحوث علمية تشكك بالافتراضات المستخدمة في حساب فرص التوافق الخاطىء. ورفضت محاكم الاستئناف في كاليفورنيا وماساشوستس الإثباتات الخاصة بجريمة الاغتصاب لأنها لم تقتنع بأن أخذ بصمة الدنا "مقبول بشكل عام" من قبل العلماء. وحذت محكمة بريطانية حذو محاكم الاستئناف الأمريكية عندما قدم الدفاع خبيرا أمريكيا في الإحصاء. واليوم، يجري سباق لجمع المعلومات حول بصمات الدنا من كافة أنحاء العالم بحيث يمكن، على الأقل، مقارنة مشتبه ما مع شخص ما من جماعته المحلية بالذات وتحسب، على نحو مناسب، فرص التطابقات

الكاذبة. ويبدو أن الاختلافات بين الأعراق أدنى بكثير من أن تؤدي إلى اهتمام حقيقي بعدم جدارة هذه الطريقة، ولكن من الواضح أن المزاعم الضخمة التي نشرت في أيامها الأولى حول قدرتها قامت على أساس تجاهل الاختلافات الوراثية الموجودة بين شعوب العالم.

على الرغم من اختلاف الناس فيما بينهم في مختلف أنحاء العالم، تبقى فكرة نقاء الأعراق مجرد أسطورة. وقد انتهى الجزء الأكبر من تاريخ الوراثيات العرقية-وهو الميدان الذي شجعه معظم العلماء البارزين في عصرهم- إلى التحيز الذي لبس لبوس العلم؛ إلى نموذج كلاسيكي لطريقة لم يستخدم فيها علم الحياة لمساعدتنا على فهم أنفسنا. كنت، كالكثيرن من زملائي، أشعر دائما بأن المسائل الأخلاقية التي تطرحها بيولوجيتنا الخاصة-العنصرية، والأنماط العامة الجنسية والمزاعم بأن الأنانية، والحقد والقومية تحركها الجينات-هي تماما كما يلي: قضايا أخلاقية أكثر مما هي علم ولا علاقة للعلم بطريقة إدراكنا أو تعاملنا مع أمثالنا من الكائنات البشرية. ومع أن مايؤكده علم الوراثة (على الأقل الجزء اليسير الذي نعرفه حتى الآن حول الموضوع) من وجود بعض الاختلافات الواقعية بين شعوب العالم يشكل تعزية للضمير الليبرالي، فإن هذا لايمت بصلة إلى مسألة العنصرية، التي هي مسألة أخلاقية وسياسية.

هذا يعني طبعا أن من يميلون إلى النفور من هذا العرق أو ذاك لايحتمل أن يتأثروا كثيرا بالحجج العلمية. ألقيت مرة محاضرة حول العرق عندما كنت أدرس طلابا جامعيين أفارقة في بوتسوانا. وابتهج طلاب الصف عندما علموا أنهم لايختلفون كثيرا عن البيض في جنوب أفريقيا الذين كانوا يحتقرونهم بشدة. وفي نهاية المحاضرة علق أحد الطلاب بالقول أن ماقيل لايمكن أن يصح على البشمان في جنوب أفريقيا؛ لأنهم يختلفون عنا بشكل واضح. وأعترف بأنه اعتراني إحساس باليأس نتيجة لهذا الطرح.

إن علم الحياة، في رأيي، قد يعلمنا الكثير حول المكان الذي جئنا منه لكنه، رغم ذلك، لايقول شيئا حول عملنا. ويعزز هذه القناعة التاريخ الكئيب لعلم الوراثة العرقي.

الفصل الرابع عشر

14 تطـور موجـه

معظم المختصين بعلم الحياة لم يقرأوا ***أصل الأنواع***. ولا شك في أن الشيء نفسه يصح على الماركسيين و ***رأس المال***. وبعد عشرين سنة من دراسة التطور والإشارة باستمرار إلى أفكار داروين، قمت لأول مرة بمطالعة ***أصل الأنواع*** فوق شاطئ يوناني، وذلك في محاولة لتفادي الملل الذي يشعر به المرء أثناء العطلة الأسبوعية. وجدت الكتاب سهلا بشكل لافت للنظر. وفوجئت بأول فصلين من الكتاب، لأنهما كانا يدوران بصورة رئيسية حول الحمام بدلا من أن يكونا رواية عميقة لفلسفة الوجود، أو نظرية التطور.

أسهب داروين كثيرا في شرحه لطريقة مربي الحيوانات وكيف أنهم ينتجون، عن طريق اختيارهم للطيور التي يفضلونها، أنواعا كالشقراق، والبهلوان مختلفة عن الحمام البري العادي. وأنتجت هذه الطريقة بالذات أنواعا من حيوانات الأهلية كالمواشي، والكلاب، والخيول. استخدم داروين النتائج التي توصل إليها من استخدموا أفكار التطور من غير أن يعمل على تحقيقها ليثبت صحة نظريته. وتجاوز المولعين بتربية الحمام فقط ليدلل على أن العوائق سترتفع في مواجهة التبادل الوراثي إذا ما تواصل الاصطفاء لفترة طويلة. وسوف ينشأ شكل جديد من الحياة، أي نوع جديد.

واليوم، تفرض نظرية التطور نفسها كموضوع تطبيقي مع أن الذين يستخدمونها لا يدركون تماما ماذا يفعلون. وحتى وقت قريب، كانت الطرق المستخدمة في النظرية التطبيقية للتطور، أو الهندسة البيولوجية، قريبة دائما من طرق الحياة نفسها. فالإصلاح هو الذي يعمل في الحياة؛ ويمكنه، لو أعطي مايكفي من الوقت، أن يكون وسيلة لنهاية غير متوقعة. والتقدم العلمي كله كان يستخدم هذه المقاربة النفعية. فالمهندسون الذين صمموا الأدوات الحجرية أو الآلات البخارية لم تكن

لديهم فكرة حول الفيزيائية التي تعمل بها آلاتهم وطور الفلاحون محاصيل جديدة دون أية معرفة بالوراثة. وأدت الذرائعية إلى التقدم، وهذا مافعلته عبر التاريخ.

واليوم، يحمل المهندسون فكرة مختلفة جدا عن العالم، وتقضي فلسفتهم بأن يخططوا ويصمموا مقدما مايحتاجون إليه، عن طريق استخدام النظرية العلمية بالقدر الضروري. ولم يتبن علم الحياة التطبيقي هذه المقاربة إلا في السنوات القليلة الماضية. وبذلك استلم بداية الطريق نحو تقدم مثير كالتقدم الذي حققه النقل منذ اختراع الآلة البخارية.

حقق الدمج بين الماندلية والداروينية زيادة كبيرة في الإنتاج الزراعي. فقد ارتفعت الكمية المتوفرة من المواد الغذائية للفرد، علىالصعيد العالمي، في مواجهة أكبر انفجار سكاني خلال التاريخ الإنساني. ولكن هذا النجاح ترافق بظهور مشكلات، وإذا كان هناك شيء واحد مؤكد حول المحاولات الجديدة لتدبير الطبيعة، فإنها-أي الطبيعة-ستستجيب بطرق غير متوقعة وغير مرضية.

كان ماندل أو داروين يعتقد أنه على اطلاع جيد على التقنية الحديثة. وقامت "الثورة الخضراء" على أساس الطرق التقليدية في تهجين النباتات. ومن أكثر وسائلها فعالية، في زراعة الأرز والقمح، استخدام سلالات ذات سوق أقصر وأكثر قوة من الحد الطبيعي. وتشارك هنا بضع جينات فقط. وتم تهجين أنواع قزمة مع أنواع أخرى ذات سوق صلبة على نحو مميز. كما جرت مزاوجة أخلافها مع سلالات تحمل جينات لزيادة المحصول وتسريع نموه. وكان يتم اختيار النباتات التي تحمل أفضل صفات النماذج الوالدية وتتواصل العملية على مدى عدة أجيال. وإذا مااستخدمنا عبارة توماس هانت مورغن (انظر ص 49)، فإن هذه النباتات كانت أشائب Recombinants؛ وكانت تحتوي على مزائج من صفات (قصر الساق وزيادة الانتاجية) لم تكن سابقا موجودة في الطبيعة. وبضربة واحدة، حلت واحدة من المشكلات الرئيسية للزراعة المدارية، أي ميل الأرز والقمح، مع استخدام الأسمدة، إلى تطوير سوق طويلة كانت تسقط على الأرض أمام هبوب رياح شديدة.

عملت هذه الحيلة البسيطة على تحويل الاقتصاديات الريفية في كل من الهند والصين. وفي أقل من خمسين سنة، راح التطور المُوَجّه يعطي محصولاً أكثر بست مرات مما كان عليه من قبل. واستعادت الأرض قدرتها الإنتاجية كما كانت عند بداية الزراعة قبل عشرة آلاف سنة.

وفي عالم الحيوان تنجح المقاربة نفسها. ويصف *أصل الأنواع* بالذات تحسين الأغنام باستخدام طفرة "قصيرة الساق". فجينة المرفق تعمل على تقصير قوائم الأغنام التي تحملها. وهي حالة مناسبة لأنها تمنعها من القفز من فوق الجدران الحجرية، وتشتهر سلالتها. ولكنها، مع الأسف، اختفت في هذه الأيام بعد ظهور الأسيجة المؤلفة من الأسلاك الشائكة. وجرى توليد جينات أخرى مفيدة–لمقاومة المرض في القطيع المداري، وزيادة النمو في الخنازير وغيرها–في حيوانات المزارع وانتشرت عن طريق الاصطفاء بالطريقة الداروينية. وفي حالات كثيرة، لا يعتمد التحسين على اختيار جينات مفردة، بل على توليدها من الأصلح (التي تقتضي عادة تغييرات فورية في كثير من الجينات). يمكن أن تكون النتائج مثيرة. رغم ذلك، كان للبودل[1] والقديس برنار جد مشترك قبل بضعة آلاف من السنين لا غير. بدأت في إيلينوي، عام 1904، تجربة تم فيها إنتاج نباتات الذرة، وخصوصا تلك الغنية بالزيت، من كل جيل. وما تزال التجربة مستمرة، وبعد مئة جيل تقريبا ارتفع معدل كمية الزيت في النبتة الواحدة إلى عدة أضعاف؛ مع عدم ظهور أي علامة تدل على تباطؤ في التقدم. وبناء على ذلك، يمكن للتطور التطبيقي المباشر(الذي لا يحتاج إلى راديكالية أكثر من تغيير اتجاه الاصطفاء الطبيعي أو تجميع مزائج جديدة من الجينات) أن يحقق إنجازات جديرة بالملاحظة.

وهناك طريقة أخرى لتنقيح الداروينية، إنها تلك التي تتمثل بزيادة دفق المادة الوراثية الخام التي تتغذى منها. وزيادة الطفرات قد تعني زيادة في سرعة الارتقاء. فقد كان إنتاج البنسلين يعتمد فيما مضى على كميات بسيطة جدا من صادة تؤخذ من دنان كبيرة للفطور. وعن طريق التوليد من أكثر السلالات إنتاجية تضاعف المحصول مئة مرة. وتمثلت الخطوة التالية بتطفير Mutate الجينات المعنية، عن طريق استخدام الإشعاع والمواد الكيميائية. وسرعان ما ظهر جيل كامل حديث من الأدويةالصادة. وحققت المقاربة نفسها نجاحا في تحسين البندورة.

يمكن تعزيز مدد الجينات بطريقة أخرى. فالنباتات البرية التي استمدت منها المحاصيل الحالية تزخر بالتنوع المفيد. وفي الزراعة، كما في الحياة الحديثة، تزداد الفعالية بالسعر. ومعظم المحاصيل طبيعة إلى حد كبير. حيث تحمل كل نبتة المجموعة نفسها من الجينات. وقد وصلت إلى نهاية تطورية ميتة ولم يبق لديها أية قدرة على التغير. ولكن ليس هناك قيد يحد من قدرة عدويها، المناخ والمرض. ففي

[1] –كلب ذكي كثيف الشعر أجعده. المترجم

الستينات، حدثت سلسلة من الكوارث المكلفة في اتحادات الحبـــوب فـــي أمريكـــا الشمالية. وكانت تلك الاتحادات كلها تقريبا قد تحولت إلى زراعة النوع نفسه مـــن الذرة. وفجأة، ظهرت فطور تغلبت على مقاومة ذلك النوع من المـــرض فـــأصيبت بالتلف ملايين الأفدنة. وفي عام 1970، أصيب بالتلف أيضا سدس المحصول الـــذي قدر ببلايين الدولارات. فدفعت هذه الكوارث إلى البحث الحماسي عن السليفات شبه المدجنة لهذا النوع (والتي تحتفظ بكثير من جينات مقاومة المـــرض التـــي كـــانت استولدت من المحاصيل الحديثة). فأرسلت البعثات إلـــى الشـــرق الأوســـط وإلـــى المراكز الأخرى الكبيرة من مناطق التنوع النباتي كـــالأنديز لاكتشـــاف الســـلالات المحلية التي كانت موجودة قبل استبدالها بالأنواع الغربية. لقـــد ضـــاعت جينـــات كثيرة، وإلى الأبد، ولكن هناك اليوم مصارف لبذور (بعضها في أمكنة غير متوقعـــة كما في الجو البارد الجاف في سبتسبيرغن) معظم المحاصيل. وتحتوي هذه البـــذور على كتلة من التنوع الوراثي، وهو الوقود الذي تعتمد عليه الهندسة البيولوجية. أمـــا من هو الذي يمتلك ذلك المصدر الثمين فمسألة أخرى: تصدر الجينات في الوقـــت الحاضر، كما كانت عليه الحال في القرن التاسع عشر، دون كبير فـــائدة للســـكان المحليين. وتكتشف كميات كبيرة من الحبوب في حفريات المزارع وبيوت الســـكان الذين ماتوا منذ زمن طويل. فالدنا التي ترمز للبروتين الذي يحسن نوعيـــة الخـــبز استخلصت من بعض بذور القمح التي كانت قد جمعت في حصن بريطـــاني يعـــود إلى عصر الحديد قبل ألفي سنة. وما زال يترتب علينا أن ننتظر فترة طويلة قبل أن يصبح بالإمكان إعادة إدخال هذه الجينات إلى المحاصيل الحديثة، مـــع ذلـــك، قـــد يتلاشى التنوع الوراثي تحت تأثير انتشار أنواع حديثة كانت ادخرت بطريقة غـــير متوقعة.

المقاربة القياسية في الزراعة لاستيلاد الأفضل-رسالة التطـــور المســـهبة-لـــها حدود، وكثيرا مايتم بلوغ تلك الحدود. فمحصول الذرة وبعـــض ســـلالات الكلـــب الأهلي الأكثر إثارة للتقزز، في أمريكا الشمالية، لم يعد بإمكانها أن تتطور إلى حـــد أبعد: استنفذت مستودعاتها الوراثية. والكبح الأكثر أهمية يقرره الاتصال الجنســـي: لإنجاب مخلوقات تحمل مزائج جديدة من الجينات لابـــد مـــن تـــزاوج آبـــاء تلـــك المخلوقات. وهناك قيود بيولوجية صارمة فيما يتعلق بمن يمكنه أن يتزاوج مع مـــن. ويجب أن يكون الشركاء مختلفي الجنس طبعا، ولكنهم يجب أن يكونوا من الجنـــس نفسه. وهذه أفضل طريقة لتعريف ماهو النوع: شخصان ينتميان إلى النوع نفسه إذا

تمكنا من مزج الجينات في نسلهما. وبهدف تأشيب الجينات في الطبيعة أو على المزرعة، لا يمكن تفادي الاتصال الجنسي.

ومع أن هذا التقييد يبدو حتميا، لكنه يقلل المادة الخام المتاحة أمام المهندس التطوري. فالجينات التي يمكن أن تفيد في تحسين مخلوق ما لايمكن أن تستخدم لأنها تكون محتجزة ضمن مخلوق آخر. وفي العادة، لاتوجد طريقة لاختراق الحصار التوالدي. فالنوع يضع قيودا على حرية تجارة الجينات. وتبين تلك القيود الحدود البيولوجية التي تعني أنه لايمكن تصدير جينة مفيدة تظهر في أحد الأنواع.

جاء التقدم المهم في علم الوراثة التطبيقي من تهديم العائق الجنسي. ومن هنا بدأت الزراعة بالذات. فقد كان المزارعون الأوائل يعملون على تحسين الطبيعة عن طريق السقاية أو إزالة الأشجار في سبيل ازدهار الخضرة، الأمر الذي شوش البيئيات المحلية. وتجمعت في هذه المواطن نباتات لم يسبق لها أن اجتمعت في الطبيعة. العوائق بين الأنواع النباتية نفوذة أكثر مما هي عليه بين الحيوانات، وفي بعض الأحيان ظهرت الهجن. وهي تحتوي على مجموعات مؤتلفة من الجينات التي لم يسبق لها أن شوهدت. وفي هذه الأيام يمكن رؤية هذه الطريقة أثناء عملها. فكثير من المسطحات الطينية في أنحاء بريطانيا مغطاة بعشب صلب. وهو هجين بين نوع محلي ونوع دخل عرضا من أمريكا. والنوع الجديد، الذي هو مزيج من جينات أسلافه، أفضل في مواجهة البيئة الملحية القاسية من كلا والديه، وسرعان ما يصبح آفة.

تحتفظ نباتات المحصول، كالذين يزرعونها، بتاريخها الوراثي في داخلها. وتظهر الصبغيات أن القمح الحديث بدأ عندما تهجن نوعان من العشب. وكل منهما يعيش اليوم في الشرق الأوسط وينتج بذورا يمكن استخدامها في الطعام. كان الهجين، كما في أعشاب مصبات الأنهار، أكثر إنتاجية من أي من والديه. فربما يكون العائق في سبيل التزاوج قد تهدم عن طريق الصدفة؛ أو قد يكون أحد النوعين زرع بين تجمعات طبيعية من النوع الآخر. ومهما كانت الطريقة، فقد تشكل الهجين، فاستفاد منه الفلاحون بسرعة قبل عشرة آلاف سنة. وبسرعة أيضا تهجن عشب آخر مع المحصول الجديد، فحدث تحسين إضافي. وهذا الهجين هو جد البلايين من أنواع نباتات القمح التي تزرع اليوم. يحتوي المحصول الجديد صنفا من الجينات أوسع من أي صنف حمله أسلافه. وكان الفلاحون الأوائل ينقلون، بشكل غير مقصود، الصبغيات، والجينات والدنا من نوع إلى آخر. فكانوا بذلك من أوائل مهندسي الوراثة.

واليوم، لم تعد مقايضة الجينات بين الأنواع في هذه الطريقة تعتمد على حسن الطالع. حيث أصبح هناك مايعرف بالوالدية المخططة. فالحنطة المحصولية Crop triticale الحديثة هي هجين بين القمح والجاودار. ويمكن أن تزرع في الأمكنة الحارة الجافة وهي ذات فائدة كبيرة في الزراعة المدارية.

الحنطة المحصولية الآنفة الذكر والأنواع الأخرى الهجينة هي مجرد خطوة أولى في سبيل إيجاد سوق حرة للجينات. وما الهندسة الوراثية سوى طريقة للالتفاف على الجنس جملة. وعلم الحياة الجزيئي يمكننا من نقل الجينات بين السلالات التي عزلت عن بعضها بعضا بصورة طبيعية؛ ولإعداد دنا مأشوبة دون إزعاج الجنس. والتقدم في التقنية يعني أنه يمكن نقل الجينات–في قليل أو كثير- من أية مكان إلى أي مكان آخر. واليوم، أصبحت عملية النقل بين مخلوقات متميزة كالإنسان والجراثيم تتم بصورة روتينية. ويمكن استخدام الدنا، مهما كان مصدرها، في كل مكان من العالم الحي.

بدأت الهندسة الوراثية في الجراثيم التي تهتم بالجنس إلى حد كبير لافت للنظر. فهي تتبادل الجينات بطرق كثيرة؛ عن طريق احتجاز الدنا المكشوف، وبعملية التزاوج الشبيهة إلى حد ما بعملية التزاوج بين الحيوانات العليا وباستخدام كامل صنف فرقاء المرتبة الثالثة، كالحمات، لنقل الدنا. ولكن العلم خرب هذه "الوراثة الخامجة" (التي توحي بأن المرض الزهري يتطور قبل الاتصال الجنسي).

يجري إدخال الجينة التي يراد لها أن توجه (قد تكون من جرثوم، أو نبات أو إنسان آخر) إلى قطعة من الدنا الحموي باستخدام مختلف المخادعات النقنية. وتستخدم الحمة المعالجة مع جينتها الجديدة لإصابة مضيف جديد بالخمج. وبشيء من حسن الطالع، سيتعامل المتلقي مع الدنا المهاجر كما لو كان دناه الخاص، فيكون نسخة مع كل انقسام في خلاياه. وبهذه الطريقة يمكن حث الجراثيم لتحضير أعداد كبيرة من النسخ للجينة الموجهة–وكميات كبيرة من أي شيء تقوم بتصنيعه؛ كالبروتينات الإنسانية النقية، أو الأدوية، أو مجموعة كبيرة من الأشياء الأخرى. ويمكن تطبيق الطرق نفسها على النباتات، والحيونات وحتى على الإنسان. لقد ولد ميدان جديد للداروينية التطبيقية.

تأكد أن عبور الحد الجنسي الفاصل بين الجراثيم والمخلوقات الأخرى، على الرغم من عمقه، سهل إلى حد يدعو إلى الدهشة. والأنسولين الهرموني هو أول الجينات الإنسانية التي استخدمت. وكان يستخرج في الماضي من معثكلة الخنازير.

واليوم، يجري تنسيل الجينة الإنسانية ويمكن إنتاج كميات كبيرة من البروتين النقي. وهرمون النمو الإنساني أيضا-الذي كان يستخلص من الغدد النخامية لأشخاص توفوا ويسبب كثيرا من المشقة والجدل-يعد في الوقت الحاضر بالطريقة نفسها، وهي طريقة تتحاشى مشكلة رهيبة وغير متوقعة. فقد أصيب بعض الأشخاص بعدوى مرض عصبي تنكسي من الجثث التي تحمل حمة هذا المرض. وقصة الكارثة الدوائية هذه قريبة من قصة أولئك المرضى الذين كانوا يعالجون من مرض الناعور بالعامل الثامن من دم معطى فأصيبوا أيضا بالإيدز. واليوم، يجري أيضا إدخال جينة العامل الثامن إلىالجراثيم ويعالج بعض المرضى بناتج جرثومي.

يمكن استخدام الهندسة الوراثية ضد مرض خامج. فقد تمكن جينر من استخدام حمة جدري البقر للتلقيح ضد الجدري (وهي تجربة يمكن أن تعارضها جمعية علم الأخلاق الأكثر تساهلا في هذه الأيام) لأن حمتين تتشاطران المستضدات، أي أشارات الهوية التي يميزها الجهاز المنيع عندما تستجيب قاعدة دفاعه. الأضداد ضد جدري البقر تحمي ضد الجدري. مع ذلك، يبقى الخطر ماثلا؛ فجدري البقر بالذات يمكن أن يسبب مشكلات وفي اللقاحات الحديثة أيضا هناك خطر ضئيل بالخمج أو التفاعل لحقن بروتينات غريبة. وهناك أمراض كثيرة، كالجذام، لايمكن معالجتها بالتلقيح لأنه يصعب زراعة عواملها المسببة في المختبر.

ويتفادى المشكلة جزء مراوغ من الهندسة. حيث يجري إدخال جينات المستضد من عامل المرض إلى جرثوم غير مؤذ. ولا خوف هنا من انتشار عرضي للمرض نظرا لإهمال الجينات الخاصة بالسمية. ويمكن إدخال المستضدات من عدد من المصادر المختلفة إلى الجرثوم نفسه، لإعطاء لقاح واحد ضد كثير من الأخماج في الوقت نفسه. وتستخدم سلالة مخففة من السلمونلات (التي يمكنها في الحالة الطبيعية أن تتسبب في تسميم الطعام). وينجح الجرثوم، مع مستضداته المضافة، لفترة قصيرة في المعى. ويمكن ضمان إعداد الأضداد عن طريق إغراء المضيف الذي كان أصيب بالخمج. يستخدم لقاح أعد بهذه الطريقة لمعالجة الثعالب البرية على أمل تعويق انتشار داء الكلب في أوروبا.

هندسة طريقة في الزراعة من خلال العائق الجنسي مهمة أيضا. إذ يمكن الحصول على مبالغ كبيرة عن طريق زيادة غلة المحصول. ويبذل من يتوخون الفائدة قدرا كبيرا من الجهد. بعض الحيل بسيطة. والنباتات تنسخ نفسها ولو من خلايا قليلة. وهذا يتيح إنتاج كثير من النباتات من نبتة واحدة دون مضايقة الجنس إطلاقا. مع ذلك، يصعب تحسين الأشجار عن طريق التوليد من الأصلح، لأنها

تستغرق وقتا طويلا. وعن طريق اكتشاف العينة الفائقة وتفكيك نسيجها إلى خلايا مفردة، يمكن تربية نسخ من تلك الشجرة المتفوقة لكي تعطي، خلال جيل واحد، غابة متفوقة. تستخدم هذه الطريقة في زراعة نخيل الزيت المحسن ويتطلعون إلى استبدال أشجار الدردار التي كان يزخر بها الريف الإنكليزي (والتي دمرها مرض الدردار الهولندي) بنسائل مقاومة للعدوى. وهناك طريقة تتصل بموضوعنا قد تحل محل الفانيلا الطبيعية، التي تستخلص حاليا على نطاق واسع من السحلبية المدارية بالمادة الكيميائية نفسها التي تستخلص من مزارع خلايا الفانيلا التي تزرع في مكافيء نباتي للمزرعة الإنتاجية.

يمكن إدخال الجينات إلى النبات أيضا. وبما أن معظم النباتات تفتقر إلى بعض الأحماض الأمينية، فإنه من الصعب المحافظة على الصحة مع الالتزام بصرامة بنظام غذائي نباتي. ولكن يمكن تحقيق الكثير عن طريق نقل الجينات المناسبة. وهناك كثير من النباتات التي تنتج مبيدات حشرية طبيعية شديدة–ليس في هذا مايدعو إلى الدهشة لأن هذه الأشجار تتعرض باستمرار لخطر الهجوم. ويستخدم بعضها، كالقهوة، والكوكائين والفلفل مثلا للمتعة أو للفائدة. وأصبح ممكنا اليوم نقل جينات مبيد حشري من نوع ما إلى نوع آخر؛ وهو إجراء يقلص استخدام الرذاذ السام. وتقضي حيلة أخرى بإدخال جينة تجعل النبات مقاوما لمبيدات الأعشاب الضارة. يرش الحقل، فيموت العشب، ويبقى المحصول سليما. ويمكن أيضا "تلقيح" النباتات عن طريق إدخال بضع جينات من أعدائها الحمات الطبيعية. تستخدم الحمة، عندما تهاجم، آلية النبات لإعداد نسخ لذاتها. فإذا ماتم الآن إعداد أجزاء من تركيبها الخاص، فإن هذا التركيب سوف يتدخل في آلية النسخ ويفشل الهجوم.

نقوم بزراعة النبات لأنه يقدم لنا منتجات مفيدة، كالغذاء مثلا. ويمكن استخدامها أيضا كمصانع بيولوجية متعددة الأغراض. ويتطلعون اليوم إلى استخدام مصانع البطاطا والتبغ لصنع الأضداد والبروتينات الدموية الإنسانية الأخرى.

تتمثل الجائزة الباهرة، بالنسبة للمهندسين الزراعيين، بإدخال جينات تتيح للمحاصيل أن تصنع مخصباتها الخاصة بها. فقد طور البرسيم نظاما مع بعض الجراثيم، التي تأخذ فيه النتروجين من الهواء وتحوله إلى شكل يمكن للنبات أن يستخدمه. وتحصل هي على الغذاء والحماية مقابل ذلك. يزرع الفلاحون مزائج من العشب والبرسيم. والمزائج أكثر إنتاجية من أي منهما لو زرع وحده. فتقلص جينات تثبيت النتروجين عند تقديمها مباشرة إلى المحاصيل، بصورة مثيرة، حاجتها إلى الأسمدة. ولكن أحدا لم ينجح حتى الآن في جعل الجينات الجرثومية الصحيحة

تعمل في خلية نباتية. والجوائز عالية لقاء تحقيق ذلك؛ ولا شك في أن النجاح سوف يتحقق في يوم ما.

قد يعني كل هذا أن النباتات ستحقق عما قريب كل شيء تقريبا وأن الحيوانات ستتلاشى أهميتها ربما عندما يحل محلها الموز المنكه بسمك السلمون. ولا ريب في أن قلة من الحيوانات الضالة آكلة اللحم سوف تبقى. ويمكن للتطور التطبيقي أن يساعدها أيضا. فالمضغ البقرية تعد في المختبر عن طريق تخصيب البيوض المرغوبة بنطفة فائقة، مما يتيح لها أن تقسم وتشطر تلك البيوض إلى أجزاء أصغر يتم إدخالها إلى أمات جديدات (لاتحتاج بذاتها إلى أية أهلية مميزة). هذا الإجراء يضاعف عدد العجول من النوعية الجيدة. وأصبح من السهل تجميد المضغ لوقت الحاجة وتستخدم سنويا في هذه الأيام أمومة بديلة على آلاف الأبقار. وقد يصبح ممكنا استخدام الخلايا البالغة بالطريقة ذاتها.وقد يصبح المنظر الطبيعي يوما واحدا تتغذى فيه الأبقار اللاجنسية بعشب مدبر في ظلال أشجار نسيلية.

يمكن إدخال دنا غريبة إلى خلايا حيوانية أيضا (على الرغم من أن العملية ليست بمثل سهولة إدخالها إلى الجراثيم والنباتات). ويمكن استخدام الخلايا الجسدية أو البيوض: في الحالة الثانية يمكن نقل الجينة إلى الأجيال المتأخرة. يجري حاليا إدخال الجينات الخاصة بالبروتينات الإنسانية-كواحد من عوامل التجلط في داء الناعور-إلى النعاج بحيث تنتج في حليبها بروتينا نقيا (مما يقدم تسلية ريفية حديثة تدعى "الزراعة الصيدلانية." لقد نمت الفئران التي حقنت بهرمون النمو الإنساني إلى حد أكبر من الحد الطبيعي. وأدخلت الدنا نفسها إلىالخنازير، ولكن، على الرغم من نموها السريع، فإنها كانت غير سليمة. وكان التعامل مع الأسماك أسهل. فبيوضها الكبيرة تحتجز الدنا الغريبة ويمكن لجينة هرمون النمو أن تجعل أسماك المفقس تنمو بسرعة أكبر. وهناك فكرة أخرى بارعة تقضي بإدخال الدنا المرمز لـ "مقاومة التجمد" الطبيعي الذي اكتشف عند أسماك القطب الشمالي إلى نوع مداري، يساعدها على النمو في المياه الشمالية. أدخلت هذه الجينة أيضا إلى البندورة، فساعدتها على مقاومة الصقيع. ويمكن تدبير الحشرات أيضا. وعما قريب، سيصبح بالإمكان إدخال جينات إلى مخلوقات مفيدة (كالعث الذي يهاجم آفات المحاصيل) لمقاومة المبيدات الحشرية مما يتيح رش المحاصيل بدون تدمير الأعداء الطبيعيين للآفات.

هذا حسن بصورة عامة. ولكن التدخل في الحدود بين نوعين يمكن أن يسبب قلقا عميقا. فقد جوبه بمقاومة، كفؤة وتضمنت بعض النجاحات اللائقة تماما في ألمانيا.

فكلمة "هندسة" جزء من المشكلة، التي تتضمن تهديدا أكثر مما تتضمنه العبارة الدافئة "تدجين" التي استخدمها أوائل مهندسي الوراثة. أما الجزء الآخر فنجم عن حذر المختصين بعلم الحياة بالذات الذين جمدوا، عند بداية الجيل قبل عشرين سنة، تجارب جديدة حتى اكتشفت قواعد السلامة. وهناك أيضا خوف من الحييات Germs، يقوم على أساس فكرة أن كل الجراثيم Bacteria مؤذية. ولكن الجراثيم أساسية في الواقع، ويحتوي جسم أحدنا منها مايصل إلى عشرة أضعاف مايحتويه من خلايا. والأكثر أهمية، أن الناس يميلون إلى الشك في التحديدات التقنية- فكرة أن التكنولوجيا يمكن أن تتغلب على كافةالمشكلات. وكثيرا ماانتهى تفاؤل المهندسين، بدءا بالقدرة النووية وانتهاء بري الصحراء، إلى أمل لم يعمر طويلا.

وهناك أيضا مخاوف حول التأثيرات الاقتصادية غير المرغوبة. صحيح أن الثورة الخضراء حسنت إنتاج المواد الغذائية، ولكنها بالمقابل أبعدت الفلاحين عن الأرض عندما أصبحت الشركات الكبيرة تتحكم بإنتاج البذور وبيع الأسمدة. حدث الشيء نفسه في الأيام الباكرة للزراعة الأمريكية. ففي الثلاثينات ظهرت سلالات جديدة من الذرة المهجنة التي كانت تنتج، عند بداية الزراعة، عن طريق تهجين سلالتين مع بعضهما. وكان يتحكم في بيعها بضعة اتحادات تمكنت، عن طريق المضاربة بالأسعار، من إبعاد الكثيرين من الفلاحين الصغار من ساحة العمل. وفرضت السلالات المدبرة وراثيا (التي يحميها قانون براءات الاختراع) الخطر نفسه الذي يتمثل بمحصول جديد من عنب العقاب الاقتصادي. وتمكن بضعة مزارعين من الاتفاق مع منظمة كانت تحتكر بيع النبات الذي يتحمل مبيد الأعشاب–باعته بما يتفق مع المبيد العشبي المعني. ولم يكن مفهوما تماما لماذا ينفق المال في سبيل زيادة عدد القطيع اللبون عن طريق نقل المضغة في حين يوجد هناك فائض من الزبدة، أو لماذا يعالج القمح وراثيا لكي يضاف إلى تلك الأكوام من الحبوب.

انتشر الخوف على نطاق واسع من أن تنفلت مخلوقات كانت عولجت وراثيا، وتطلق إلى العالم وباء جديدا. وكان لدى المختصين بعلم الحياة دفاعات نموذجية ضد هذا الخوف. فالمخلوقات المعالجة وراثيا تميل إلى أن تكون صالحة بدرجة أدنى من المخلوقات التي لم تخضع للتدخل. وعلى الرغم من ذلك، إذا حققت الجينة لحاملها بعض الفائدة، يحق لنا أن نتوقع بأنها تطورت بطريقة طبيعية. ومن الواضح أن المخلوقات الاصطناعية غير صالحة. فمعظم حيوانات ونباتات المزرعة لايمكنها أن تبقى حية خارج المزارع، وهذا هو السبب في عدم امتلاء الشوارع بالأبقار،

أو الأغنام الشاردة أو البطاطا. وقد يصح هذا على الجراثيم والحمات. ففي بريطانيا والولايات المتحدة يتم حقن الأطفال بالحمة الحية التي تسبب التهاب سنجابية الدماغ، وذلك بعد تخفيفها لتفادي الخطر. وتبين من معاينة كساحة المجارير أن هذه الحمة الحية تفلت باستمرار. وهذا هو السبب الرئيسي لنجاح المشروع: حتى الأطفال الذين لايسمح آباؤهم بتلقيحهم يتعرضون للحمة التي تنطلق من أصدقائهم الذين عولجوا بها. ولكن الحمة المخففة لاتعيش في القفر؛ لأنها تعتمد على مؤونة ثابتة من الأطفال الملقحين. لو كانت كافة المتعضيات المدبرة وراثيا ضعيفة كحمة التهاب سنجابية الدماغ، لما كان هناك الكثير مما يقلق.

مع ذلك، يجدر بنا أن نتذكر بأن كل حيوان أليف تقريباً يشكل وباء في مكان ما. فالقطط أفنت معظم الطيور في نيوزيلند. وقامت الماعز بالمهمة نفسها أو بأسوأ منها في أمكنة أخرى، والخنازير البرية موجودة في كل مكان في المناطق شبه الاستوائية وحتى الخيل يمكن أن تسبب الإزعاج وهي تهيم في صحارى كاليفورنيا. وتمارس النباتات تأثيراً تدميرياً أشد عنفاً. فكلنا يسمع شيئاً عن الصَّبار الأسترالي، ولكن النبات البستاني الأصفر اللطيف، القشدة الشائكة الثمر، يسبب تلفاً هائلاً في أراضي المراعي. وحيثما أفلتت المخلوقات المدجنة، فإن النباتات والحيوانات المحلية هي التي تعاني من ذلك.

يمكن للمندفعين من المختصين بعلم لحياة أن يحتجوا-لابل احتجوا- بأننا نعرف ما يكفي مما يمنعنا من تكرار هذه الأخطاء المبكرة. ويشيرون أيضاً، وهم على صواب، إلى أن كثيراً مما تحققه الهندسة الوراثية طبيعي تماماً. فالدَّنا المأشوب يُعَدُّ كلما التقت النطفة بالبيضة؛ والأنواع ليست كيانات ثابتة لأنها تتطور من هذا النوع إلى ذاك إلى درجة تتبادل فيها الجينات بانتظام في الجراثيم وأحياناً في النباتات بطريقة طبيعية. ويجري بلا انقطاع إنتاج أعداد هائلة من الجراثيم، فالجنس الإنساني وحده يفرز مامقداره عشرة وإلى يمينها اثنان وعشرون صفراً من الجراثيم يومياً. وبسبب الطفرة، يجب أن يتكون كثير منها من أشكال وراثية حديثة وقلة منها يجب أن تتضمن، من خلال تقلبات تكاثرها، جينات متحدة من أنواع أخرى. وليس منها ماينتشر وتبقى جراثيم المعى حميدة.

ولكن، قلما تكون الحمات مريحة. فأوبئة الأنفلونزا التي تجتاح العالم كل شتاء تنشأ في الصين (انظر ص 171). وتضم حمّة الأنفلونزا الإنسانية أحياناً جينات أخرى تأتي من حمّات الطيور البرية. وعن طريق انتقالها فقط من طيور البط في

المزارع إلى الخنازير إلى الإنسان، تشكل مزائج من الجينات التي تسبب الإزعاج: ولكنها مادة مفيدة تذكرنا بهشاشتنا أمام الأحداث النادرة في الأمكنة النائية.

مع ذلك، توفرت القناعة اليوم لدى المعنيين بالسماح بإطلاق بعض من المتعضيات المعالجة وراثيا. فالصقيع يتلف المحاصيل في كاليفورنيا. وعندما يبرد الهواء، تظهر رقاع صغيرة من الجليد على الأوراق حول المستعمرات الطبيعية للجراثيم *الزائفة*. إن واحدة من الجينات الجرثومية هي المسؤولة عن هذا السلوك المهيج. وأحيانا، تتبدل هذه الجينة عن طريق الطفرة فتنتج سلالة "ناقصة الجليد" وأقل ضررا. لقد تم في الوقت الحاضر إعداد جرثوم صناعي ناقص الجليد، يرش على النباتات فيخفف إصابة الصقيع عن طريق استبدال المواطنين الجليديين. تم نقل الجينة من جرثوم طبيعي، وفصلت أجزاء وأعيد إدخال الدنا المتبدل إلى سلالة *الزائفة*. ومع أنه، من بعض النواحي، لم يجر أبدا تدبير الجراثيم لأن الجينات المعنية جاءت من نوعها الخاص، فإن الخطة سببت ضجة وتأخرت عدة سنوات. فأزعجت هذه الحالة الباحثين في الميدان الزراعي. وأشاروا إلى أن القيود القانونية سوف تمنع انتقال الدنا من العشب إلى المحصول لتحسينه-وهو ما حدث في بداية الزراعة عندما أعد القمح لأول مرة. وبعد كثير من المعارك في قاعات المحاكم سمح بإطلاق تلك المتعضيات (على الأرجح لأن الجراثيم الناقصة الجليد أنتجت عن طريق الطفرة الطبيعية آلاف المرات من غير أن تسبب أذى واضحا).

ظهر من خلال الدعاوى القضائية حول نقص الجليد أن القوات المسلحة قامت فيما مضى بأعمال شنيعة دون أن يسمح للجمهور بمعرفتها. فالحرب البيولوجية كانت مبررا معروفا لإنفاق المزيد على الدفاع. وما كان يريده الجيش فعلا هو دراسة أفضل الطرق لإصابة الشعب بالعدوى. ففي مطلع الخمسينات، جرى رش عدد هائل من جراثيم *السراتية المرسيسنية* Serratia marcescens، التي كان يظن آنذاك أنها غير مؤذية، فوق سان فرنسيسكو ومدن أمريكية أخرى لدراسة طريقة انتشارها. وبات معروفا منذ أجريت تلك التجربة أن *السراتية* يمكن أن تخمج من أضعفهم المرض سابقا وعزي عدد من الأخماج -كانت غامضة في حينها- إلى الجرثوم (مع أنه لم يجر أبدا تعقبها إلى السلالات التي تم رشها من قبل الجيش). تظهر هذه التجربة أن الجرثوم، حتى لو كان طبيعيا تماما، قد يمارس تأثيرات ممرضة عندما يوضع في ظروف غير طبيعية وإن لم يبد أنه كذلك.

تنطوي الهندسة الوراثية على أخطار أخرى. فعلى سبيل المثال، ماذا لو هربت الجينة الجديدة من نوعها إلى نوع آخر؟ والجينات المقاومة لمبيدات العشب قد تفر من نباتات المحصول إلى أقربائها العشبيين (التي تتهجن معهم أحيانا في سبيل محاصيل مثل لفت الزيت البذري)، وتضفي مقاومة عشبية فائقة ضد الرش. تضم زراعة الأسماك كثيرا جدا من الفارين إلى الحد الذي تخربت معه البنية الوراثية لأسماك السلمون في شمال الأطلسي عن طريق التوالد بين الأسماك المزروعة والأسماك المحلية. وماذا يمكن أن يحدث لو سمح للجينة المقاومة للتجمد بالهرب إلى سمكة مدارية لتحل محل السكان المحليين والتهاجن معهم؟

على الرغم من أن بعض المخاوف مبالغ فيها، فإن إطلاق مخلوقات معالجة وراثيا يعتبر حركة في المجهول-وبالتالي، يتعذر تفادي المخاطرة. ويوحي بعض العلماء في دفاعاتهم بأن الخطر ضئيل إلى الحد الذي يتوجب فيه إهماله. إنهم مازالوا في طور المطلقية التقنية. ويقولون بمامعناه: ثقوا بنا، ولن يحدث أي خلل. إنهم يشبهون، إلى حد غريب، المهندسين الذين طوروا الطاقة النووية، أو جففوا الأراضي المستنقعية في فلوريدا. ويبدو أن بعض المختصين بعلم الحياة، كآل بوربون[1]،لاينسون شيئا حول النجاحات ولا يتعلمون شيئا من كوارث الماضي في حين يتطور فيه علم ما إلى تقنية.

يغفل حتى بعض المتحمسين طبيعة موضوعهم الخاص. ويزعمون بأن احتمال خلق مسخ عمدا عن طريق الهندسة الوراثية ليس أكبر من صنع جهاز تلفزيوني عن طريق المزج العشوائي للمكونات الألكترونية. إنهم، في هذا، يرددون الحجة النموذجية للقائلين بنظرية الخلق التي (ولنستشهد بـ دووين غيش، أحد مؤسسي معهد علم الخلق) تقول إن احتمالات أن ينشأ عضو معقد كالعين بدون تدخل إلهي هي كاحتمالات بناء طائرة أثناء هبوب زوبعة خلال المصنع.

يدور التطور بكامله حول جمع ماهو غير محتمل عن طريق تدابير بسيطة؛ ولا يمكننا أن نلاحظ تماما ماأنجزناه قبل أن نحقق ماكان تحقيقه بعيد الاحتمال. تتطور المتعضيات الكبيرة وراثيا، كأي مخلوق آخر، لكي تتعامل مع حالتها الجديدة. ومن المؤكد تقريبا أن بعضها بعضا سوف يسبب المشكلات. ولكن، إذا كان الخطر

[1] -أسرة فرنسية حكمت فرنسا من 1589-1793 ومن 1814-1830. المترجم

بسيطا، فإن هذا لايعني أن الخطر غير موجود. هذه المسألة في علم الاقتصاد مسألة عالمية-هل يتفوق الربح على الكلفة؟ في هذه المسألة، وفيما يخص المتعضيات المعالجة وراثيا مامن أحد يعرف شيئا لأنها لم تخضع حتى الآن للاختبار. ولكننا قد نجد في الهندسة البيولوجية سابقة أكثر مدعاة للفخر، تلك التي تتمثل بكبح الآفات عن طريق المواد الكيميائية.

دخل الـ DDT، وهو أول مبيد حشري، إلى ميدان العمل عند نهاية الحرب العالمية الثانية لكبح حشرة القمل. فحقق نجاحا رائعا. وسرعان ما أصبح المتفائلون في موقع المسؤولية. كانت مقاربتهم مقاربة مهندس: يمكن للمرء أن يفعل أي شيء بوساطة المال والتقنية. ويمكن التنبؤ إلى حد كاف بأن تلك الحشرات استجابت لقلب الثابت التقني عن طريق التطور. ولم يكن الخطر المحقق واضحا أكثر مما كان عليه في مقاومة الملاريا، حيث انتصر الخرق البيولوجي على أناقة الهندسة.

بعد قهر القمل، راحوا يرذون بعوض الملاريا بالـ DDT. وبدا بسرعة أن الانتصار وشيك. وتقلص عدد الإصابات بصورة مثيرة-من ملايين إلى عشرينات في سيلان. وابتدأ التعفن بسرعة عندما انتشرت جينات مقاومة المبيدات الحشرية في تجمع البعوض. وكان الهجوم المعاكس فعالا جدا إلى درجة تفشت معها الملاريا إلى مستويات لم يسبق لها مثيل. واعترفت منظمة الصحة العالمية بأن "تاريخ الحملات المضادة للملاريا هو سجل المبالغة في التوقعات المشفوعة بالإخفاق عاجلا أم آجلا."

والمتعضيات أيضا، أفسدت المحاولات الإنسانية في توجيهها بعيدا عن الحياة. ومع أن مقاومتها استغرقت في تطورها وقتا أطول منه عند البعوض، فإن المعالجات القديمة للملاريا، في كثير من الأمكنة، أصبحت عديمة الجدوى لأن الطفيليات طورت وسائل لمواجهة تلك المعالجات.

ساعدت الآليات الداروينية القياسية للطفرة والاصطفاء الطبيعي الحشرة والطفيلي على البقاء على قيد الحياة. وهناك، بين الحشرات سلسلة من الطفرات الجديدة. منها مايعطل المبيدات الحشرية أو يمنعها من الوصول. ومنها مايتيح للحشرة أن تختزن السم، ومنها مايغير شكل الجزيء الهدف ومنها مايمكن الحشرة من تفادي الأمكنة المرشوشة.

وطورت الطفيليات أيضا نوعا من التكتيكات ضد أعدائها الكيميائيين. لقد تم في الأربعينات تطوير العقار كلوروكين Chloroquinc المضاد للملاريا. وقبل ثلاثين سنة حقق النجاح في كل مكان تقريبا. ولكن المقاومة ظهرت في الستينات في جنوب شرق آسيا وأمريكا الجنوبية. وامتدت اليوم لتشمل كامل العالم المداري. إن واحدا من الدفاعات الأكثر أهمية عند طفيلي الملاريا يشبه الآلية التي تستخدمها الخلايا السرطانية لمقاومة الأدوية المضادة للسرطان. هنا يجري إنتاج كمية هائلة من البروتين الذي يشارك في نقل المادة عبر الأغشية وتساعد هذه في ضخ الأدوية من الخلايا بسرعة أكبر بخمسين مرة من السرعة الطبيعية. وظهرت منذ وقت قريب جدا جينات تتيح مقاومة الأدوية الأخرى-أحيانا عدة أدوية في وقت واحد. جربت مؤسسة وولتر للجيش الأحمر في الولايات المتحدة مايزيد على ربع مليون مركب على أمل اكتشاف دواء جديد مضاد للملاريا. وأثبت مركبان لاغير جدارتهما. أحدهما هو الميلوكين Meloquine، ولكن 80% من طفيليات الملاريا في تايلاند تقاومه اليوم. وفي عام 1991، زعموا أن المختصين بالبرداء لجؤوا إلى آخر دواء، ولكن لم يظهر شيء في الأفق. ونتيجة لذلك، عاد الأطباء إلى استخدام الكينين وخلاصة الأفسنتين Wormwood (التي استخدمت لأول مرة في الصين قبل ألف سنة) على الرغم من سميتها وعدم فعاليتها.

قد يثبت تاريخ الهندسة الوراثية، عندما يكتب في نهاية الأمر، بأنه لايختلف كثيرا عن تاريخ الحرب ضد الحشرات التي تغلب فيها التطور بعد حدوث بعض النكسات البدئية. وحققت المبيدات الحشرية نجاحا مرموقا ومازالت تواصل نجاحها. فلولاها، لما رأينا شيئا اسمه الثورة الخضراء، ولكانت معظم المحاصيل المدارية غير اقتصادية. ولكان القمل مازال يحمل التيفوس عبر الأجزاء الأكثر فقرا في القارة الأوروبية. ولكان عدد الناس الذين يهلكون بسبب الملاريا أكبر مما هو عليه اليوم. مع ذلك، لم يكن انتصار العبقرية الإنسانية كاملا: لأن المتعضيات الحية يمكنها التعامل مع التحديات الجديدة عن طريق تطوير المواجهة، ويجب على مهندسي الوراثة، على عكس المهندسين الذين ينشئون الجسور، أن يواجهوا احتمال أن ترد ألاعيبهم الجديدة عليهم.

الفصل الخامس عشر

15 خوف فرانكنشتاين [1]

هناك، في باراغواي، قرية معزولة تحمل اسما غريبا: نوفا جرمانيا، ومعناه ألمانيا الحديثة. ويبدو سكانها مختلفين تماما عن جيرانهم. فالكثيرون منهم شقر الشعر وزرق العيون. وأسماؤهم ليست أسبانية، والأكثر احتمالا أن تكون أسماء سكوتيية أو نيومانية. هؤلاء الناس أحفاد تجربة؛ تجربة لتحسين الإنسانية. كان قد جرى اختيار أسلافهم من سكان سكسونيا، في عام 1886، من قبل إليزابيت نيتشه- أخت الفيلسوف، الذي أطلق بنفسه العبارة الخالدة "ماالذي سبب الخراب في العالم أكثر مما سببته حماقات الإنسان الشفوق؟"-كعينات رائعة على نحو مميز لنقاء دمها. وفاغنر هو صاحب الفكرة (خطط للزيارة، ولكنه لم يقم بها أبدا). كان يتوقع لهؤلاء أن يؤسسوا مجتمعا إيجابيا جدا في موهبته الوراثية يمكن أن تكون سلالة سوبرمان جديد.

شاعت في الماضي فكرة تحسين الإنسانية عن طريق التطفل علىالجينات. وصاحب هذه الفكرة هو فرانسيس غالتون. وكان أول نصير للتوالد الانتقائي الذي يقوم على أساس العلم. فقد قال: "إن ماتنجزه الطبيعة على نحو أعمى وجائر، قد ينجزه الإنسان بحكمة، وسرعة وعطف." وكان نظيره الأمريكي تشارلز. ب. ديفنبورت أكثر فظاظة. فقد اعتبر أن "المجتمع يجب أن يحمي نفسه؛ لأنه يدعي حق حرمان المجرم من حياته وكذلك أيضا قد يدمر الأفعى الشائنة ذات البروتوبلازما السامة إلى حد اليأس." لقد اهتم علماء تحسين النسل بصورة رئيسية بالتحكم بالتطور الإنساني. وكان التعقيم وسيلة سهلة لعكس مايعتبرونه ميولا تطورية غير مرغوبة. وكان التحذير هو وسيلتهم الوحيدة لدفع التطور في الاتجاه الذي يريدونه، ولكن هذه الوسيلة لم تعمل، كما يبدو، بصورة حسنة.

---

[1] – بطل رواية شهيرة يلم به الخراب على يد مارد خلقه هو بنفسه. المترجم

ومما يبعث على السخرية أن يكون مختبر غالتون الوطني لتحسين النسل ومركز ديفنبورت لسجلات علم تحسين النسل (الذي غير اسمه أيضا للهرب من ماضيه عن طريق الاندماج مع مختبر كولد سبرينغ هاربر) مركزين عالميين لعلم الوراثة الإنساني الحديث. فيبدأان سوية–مع مئات المختبرات التي تفرعت منهما، بإنتاج تقنية توجيه التطور التي كان يفتقر إليها غالتون وديفنبورت. وتتوفر اليوم أجوبة على كثير من المسائل العلمية، إن لم تكن الأخلاقية، التي استحوذت علىتفكير المختصين بعلم تجسين النسل. أما وقد توفرت لدينا الأدوات اللازمة لتنفيذ نوع من برنامج لتحسين النسل إذا شئنا، فإن هذا الفصل يدور حول العلاقة بين الناس والجينات.

شهد علم الوراثة تغييرا كبيرا في الموقف منذ أيامه الأولى وحتى الآن. وقلما تورط المنهمكون به فيما ينطوي عليه عملهم بالنسبة لمستقبل الإنسانية. إنهم يشعرون بالمسؤولية أمام الشعب قبل التجمعات السكانية؛ وأمام الأفراد قبل الذرية. ومضى هذا التغيير بعيدا جدا إلى حد كان معه المختصون بعلم الحياة يحرصون على طريقة استخدام عملهم أكثر من حرصهم على معرفة كيف يكون موقف الجمهور منه. ففي اقتراع حديث، وافق ثلاثة من كل أربعة أمريكيين على فكرة إدخال الجينات إلى النطفة أو البيضة ولكن مامن عالم تقريبا كان راغبا في دراسة تلك الفكرة بتمعن. هذا العكس للأدوار جدير بالاعتبار (وصحي) إثر الغطرسة التي سادت في الأيام الأولى لطرح هذا الموضوع.

ما من عالم يتصف بالجدية في هذه الأيام ويحمل أدنى اهتمام بضرورة إنتاج مجتمع مخطط وراثيا. ولكن تفجر المعرفة يعني أن المجتمع سوف يواجهه قريبا، سواء أراد أم لا، مشكلات أخلاقية من النوع الذي كان تجاهله تماما مؤسسو علم تحسين النسل. وسيدور الجدل من جديد حول ما إذا كنا نستطيع، أو يجب أن نتبنى خيارات تقوم على أساس الجينات؛ أي ماإذا كان يجب أن نتخذ قرارات واعية حول التطور الإنساني. وهناك اليوم اهتمام بخصوص التوازن بين حقوق الأفراد والمجتمع. ولكن هل من الضروري أن نشعر بالقلق حيال الأجيال القادمة؟ رأى أفلاطون أن هناك واجبا أخلاقيا تجاه المستقبل هو أن "الجنس البشري يحصل على نصيبه في الخلود عن طريق إنجاب الأطفال" ولكن بطلا آخر مثقفا، هو سام غولدوين، رفض الفكرة عندما طرح المسألة على النحو التالي: "وماذا قدمت الذرية لي حتى الآن؟"

المشكلة الهامة التي يواجهها علم الوراثة الحديث هي تلك التي قلما أمكن التوصل إلى اتفاق بشأنها؛ أي مشكلة الحضور الدائم للمرض الخِلقي. وقد أصبحت هذه المشكلة ظاهرة في بعض الأمكنة. ففي حوض البحر الأبيض المتوسط وفي أفريقيا هناك كثير من الأخطاء الوراثية في الخلايا الدموية الحمراء، التي تطورت للوقاية من الملاريا. والجينة المعطوبة الشائعة، في قبرص وغيرها هي تلك الخاصة بشكل من التلاسيمية، أي فقدان شدفة من جزيء الهيموغلوبين. نسخة واحدة من هذا الجينة مفيدة لأنها تقي من الخمج ولكن طفلاً يولد بنسختين يكون مصاباً بفقر دم شديد. ويعالج هذا النوع من فقر الدم عن طريق نقل الدم، وهو إجراء ناجح ولكنه مكلف. وإذا ماقمنا بمعالجة جميع الأطفال المصابين في قبرص، فإن هذه المعالجة ستمتص نصف الميزانية المخصصة للشؤون الصحية خلال عشر سنوات. واليوم، يحمل مئتين وخمسين مليوناً من الناس نسخة واحدة من الجينات المقاومة للملاريا، وعند نهاية هذا القرن، سوف يحملها واحد من كل خمسة عشر شخصاً في كافة أنحاء العالم. مامن مجتمع سيكون قادراً على معالجة ملايين الأطفال الذين يولدون وهم مصابون بفقر الدم إذا لم يحدث تقدم في المعرفة. لأن ارتفاع التكاليف يؤدي إلى خيارات صعبة.

هناك كثير من الأمراض الوراثية حتى في بريطانيا. حيث يولد واحد من كل ثلاثين طفلاً وهو يحمل مشكلة وراثية من نوع ما. فأكثر من ثلث العميان المسجلين نجمت إصاباتهم عن أسباب وراثية، ومثلهم نصف الأطفال المصابين بتعوق عقلي شديد. وإذا كان وضع تعريف موسع للمرض الوراثي ضرورياً، وهذا مايجب أن يحدث، لكي يشمل أمراضاً يسهم فيها مكون وراثي، كالسرطان والاعتلال القلبي، فسوف نجد أن ثلثي السكان يعانون، وربما يموتون من مرض وراثي.

تختلف المواقف كثيراً تجاه هذه المشكلات من مكان إلى آخر. فالأطفال، في غانا، يولدون أحياناً وهم يحملون إصبعاً إضافياً في اليد أو القدم. وبعض الجماعات القبلية لا تهتم بذلك، في حين تبتهج جماعات أخرى لأن هذا يعني أن الطفل سيصبح غنياً؛ وآخرون، على بعد أميال فقط، ينظرون إلى هؤلاء الأطفال بشيء من الرعب ويلجؤون إلى إغراقهم عند ولادتهم. وحتى المسيحية، اعتبرت الشخص العاثر الحظ من الناحية الوراثية أدنى من إنسان. فقد صرح مارتن لوثر بالذات بأن التوائم السياميين هم مسوخ دون روح. فالقرارات التي تقوم على أساس تقييمات النوعية الخِلْقِيّة ليست جديدة.

كثير من الخيارات التي يجب مواجهتها اليوم بسيطة ولا تختلف كثيرا عن تلك التي طرحها غالتون. فهل ينبغي أن نسمح بانتقال كافة النسخ من جينة خاصة إلى الجيل التالي، أم ينبغي للسلالة الإنسانية أن تحاول تعزيز نوعيتها البيولوجية بطريقة ما؟ تحدث في كل عام، وفي كافة أنحاء العالم، حوالي تسعون مليون ولادة وستون مليون إجهاض محرض. وأكثر من ذلك حمول تنتهي، دون معرفة النساء، غالبا لأن الجنين يحمل عيبا وراثيا. والاصطفاء الوراثي جزء طبيعي من عملية التوالد. وقد أدى تغيير التوازن بين الحمول الناقصة والمكتملة إلى جدل مرير. فيطالب بعضهم بضرورة السماح للدولة بالتحكم في الخيارات التوالدية والتضييق على شرعية الإجهاض، بينما يرى آخرون أن هذه القرارات يحب أن تكون من اختصاص الآباء وحدهم.

معاناة الناس للمرض الخلقي كفيلة بتغير أي قرار يتخذ. فجزيرة سردينيا مجتمع كاثوليكي تقليدي إلى حد ما، يولد فيها كثير من الأطفال المصابين بالتلاسيمية. ويعرف تسعة أعشار الأزواج هناك بأنهم معرضون لخطر إنجاب أطفال مصابين؛ وتختار تسعة أعشار النساء، عندما يحملن، إنهاء حمولهن التي ستأتي بأطفال معتلين وراثيا. وفي الولايات المتحدة، حظي البحث عن حملة داء تي-سكس (تنكس وراثي يصيب الجملة العصبية أكثر شيوعا بين الناس ممن لهم أسلاف من اليهود، انظر ص 180) بالمستوى نفسه من القبول. وفي الدانمارك، ازداد عدد الأطفال المصابين بمتلازمة داون بمقدار خمسة أضعاف نتيجة لفحص الأمهات المتقدمات في العمر. ويشيع الأمل، على الأقل في البلدان التي تتوفر فيها الاختبارات الوراثية على نطاق واسع، بأن مرضا كداء هنتنغتون سيصبح نادرا عما قريب لأن أولئك الذين يشعرون بالخطر يقررون عدم الإنجاب. أما الآباء الذين سبق لهم أن أنجبوا طفلا مصابا وكرسوا أنفسهم لرعايته، فإنهم أكثر الناس حماسا لاختبارات المرض الوراثي. هذه الحالة بالذات معنية بطريقة اتخاذ القرارات الوراثية وأين يكمن التوازن الأخلاقي.

تبقى التقنية الوراثية، في معظمها، بسيطة إلى حد محزن، في الوقت الذي يطلب منها تعيين الجينة المعطوبة وتقديم خيار الإجهاض العلاجي للوالدين اللذين تكتشف الإصابة عند طفلهما. واليوم، يمكن بالطريقة نفسها اكتشاف كافة عيوب الجينة الوحيدة الشائعة. وهناك أيضا اختبارات ماقبل الولادة للكشف عن بعض الاستعدادات الوراثية للسرطان. يجب أن يتضمن جدول أعمال المجين الإنساني، في معظمه وبشكل حتمي، توسيع مدى الحالات التي يمكن من أجلها تبني هذه

الخيارات. ويفيد أحد التقديرات بأنه سوف يُختَبَر، خلال خمسة عشر سنة، حوالي ألف من الأمراض الوراثية.

لاشك في أن هذا سيقود إلى خلافات جديدة. فإلى أية جهة يجب شد الخيط عند تقييم النوعية البيولوجية؟ هناك تقارير تفيد بأنه يجري إنهاء الحمول الروسية لأن الأجنة تحمل جينات تؤهب للداء السكري. مع أن هذا الداء يمكن معالجته أحياناً بالأنسولين. ولكن ماذا بشأن الأمراض التي لاعلاج لها حتى الآن، والتي قد تكون شافية فقط عند موت الطفل؟ فمثلاً، أصبحنا ندرك الخلل في الآلية الخلوية في الحثل العضلي وإيجاد بعض المعالجات له خلال العقدين التاليين ليس مستحيلاً. وبات معروفاً اليوم أن الصبيان الذين ولدوا وهم يحملون هذا المرض، يحتمل أن يعيشوا فترة أطول، وهذا بحد ذاته يشكل مأزقاً أخلاقياً.

قد يكون هناك أيضاً استبداد ماكر في فحص التقصي قبل الولادة؛ إنها دكتاتورية ما هو طبيعي، أي الضغط لإنجاب طفل عادي. وقد أدى هذا في الولايات المتحدة إلى المطالبة بإعطاء هرمون النمو للأطفال الذين يعانون من قصور وراثي طفيف في طول القامة يقل عن العادي ببضعة إنشات والذين كانوا قد قُيِّموا بأنهم عاديون تماماً. إن مايقرب من نصف السكان هناك يقبلون فكرة "التعزيز الوراثي" مع أن علماء الوراثة بالذات يعارضونها بصورة شاملة.

هناك مشكلات أكثر إلحاحاً فيما يخص تقديم النصح الوراثي. فقد واجهت المصاعب بعضاً من أوائل المحاولات التي بذلت لتطبيق المعرفة الحديثة لأنها تجاهلت الحقائق الاجتماعية. وأدى البحث عن حملة الخلية المنجلية الذي أُجري في الولايات المتحدة قبل عشرين سنة إلى كثير من المرارة في أوساط المجتمع الأسود. وعلى الرغم من أن الحَمَلَة أصحاء تماماً إلا ضمن ظروف النقص الشديد في الأكسجين (الأمر الذي لايَخْبُره معظم الناس)، فإن بعض الولايات جعلت هذا الفحص إجبارياً. وكان الذين يحملون نسخة واحدة من الطفرة يعاملون معاملة غير عادلة في العمل وبخصوص التأمين. وكان السود الذين لايحملون الخلية المنجلية يعتبرون أولئك الذين يحملونها أقل عافية وأقل سعادة أكثر مما يفعل الحملة أنفسهم. كما كان الذين ورثوا نسخة من الجينة يواجهون تمييزا في المعاملة عندما يتعلق الأمر بقضية الزواج، وأسوأ من كل ذلك، كانت تلك التلميحات إلى محاولات علم تحسين النسل لتحسين السكان أكثر من محاولات تحسين صحة الأفراد. وعند استعادتنا للأحداث الماضية، نجد أن برنامج الخلية المنجلية-مع أنه حمل على محمل طيب-كان نموذجا لطريقة لاينبغي استخدام المعلومات الوراثية فيها.

واصطدمت مشاريع أخرى أيضا بالمشكلات. ففي السبعينات، كان جميع المواليد الجدد تقريبا، في السويد، يخضعون لفحص التقصي للتعرف إلى من يحمل طفـــرة من بينهم تجعل، مع تأثيرات أخرى، أكثر تأثرا بتلوث الهواء عن طريـــق لفافــات التبغ. وكانت الدوافع صريحة: منع أبنائهم من التدخين. وجاءت النتائج مثبطة. حتـى هنا، في هذا البلد الرفيع الثقافة، اعتبر آباء الأطفال الذين يحملون الجينة أن أبنـاءهم مرضى مع أن الاختبارات أثبتت أنهم في معظمهم كانوا أسوياء. والأسوأ من ذلـك، أن هؤلاء الآباء راحوا يفرطون في التدخين، ربما بسبب قلقهم. فأدى كل هذا إلـــى فحص كل طفل يتم التخلي عنه.

ولكن الاختبار الوراثي صمم لكي يبقى. وأصبح روتينا في هذه الأيام. فمعظـــم الحوامل، في أواخر الثلاثينات من أعمارهن، يخضعن مختارات للفحص بحثا عـــن احتمال وجود شذوذ صبغي يؤدي إلى متلازمة داون (التي يرتفع معـــدل وقوعـــها بسرعة مع تقدم العمر الأمومي). وتتطلب أحدث نسخة من هذا الاختبار فقط عينـــة من دم الأم. وتحتوي هذه العينة على مايكفي من معلومات حـــول الجنيـــن تتيـــح للطبيب أن يتأكد إلى حد ما من بنيته الصبغية.

يعني انتشار العيب الوراثي أن هناك حدودا لمدى مايمكن أن يصل إليه التقصي. وفيما يخص الاضطراب الصاغر (الاضطراب الذي يحتاج إلى نسختين من الجينـــة المعطوبة لإظهار تأثيراته)، يكون حملة النسخة الوحيدة من الشكل الوراثـــي دائمـــا أكثر بكثير من حملة النسختين. فإذا أثر اضطراب من هذا النوع على واحدة من كل عشرة آلاف ولادة، فمعنى هذا أن واحدا من كل خمسين شخصا يحمل الجينـــة- أي أن عدد الناس الأصحاء الذين يحملونها أكبر بحوالي مئة مرة منه عند الناس الذيـــن يعانون من المرض. ويعني هذا طبعا أن فكرة إمكانية تحسين صحة السكان علـــى المدى الطويل عن طريق منع المصابين بمرض وراثي من الإنجـــاب هـــي فكـــرة عقيمة. وأهم من ذلك، أن هذه الفكرة تظهر أن كل شخص تقريبا يحمل واحـــدة أو أكثر من جينات مختلفة خاصة بمرض وراثي صاغر-لكل منها، على الأقل، مخطط هيكلي وراثي واحد في الخزانة. إن أي برنامج لتقصي الجمـــاهير ســـوف يؤمـــن معلومات غير سارة وقد لاتكون أيضا ذات فائدة كبيرة.

لنأخذ التليف الكيسي مثلا. ففي بريطانيا، يولد واحد من كل ألفين وخمسمئة طفل وهو يعاني من هذه الحالة. ومعنى هذا أن مليونيـــن مـــن الـــبريتونيين، أي 1/25، يحملون نسخة واحدة، وبالتالي، يحمل الجينة شريك واحد من عشـــر المـــتزوجين تقريبا. وفي مكان آخر، يصبح هذا الرقم أكبر. ففي أوهايو، يحمل المـــرض 1/600

طفلاً ويحمل الجينة 10/1 من الكاهلين في طائفة الأميش[1]. إن تأثير المؤسس، أي وجود سلف واحد يحمل التليف الكيسي، هو الذي يعلل ارتفاع هذه الأرقام. أما سبب شيوع هذا المرض بمثل هذه الدرجة في أمكنة أخرى فغير مؤكد. فلعل الحَمَلَة أكثر مقاومة للمرض الخامج (ربما التدرن، أو الكوليرا أو الطاعون).

يحمل الجينة، كما يُظهِر أي برنامج للتقصي شريك واحد من بين كثير من الأزواج وكلا الشريكين من عدد أقل، ولكنه أساسي. وهناك اليوم اختبار سهل وقليل الكلفة (في أوروبا الغربية على الأقل) يحدد معظم الحَمَلَة. وأجريت تجربة شملت ألفاً من الناس الذين يترددون على عيادة تنظيم الأسرة، في جنوب انكلترا، وأمكن التعرف على العديد منهم. وكانت الاستجابة العادية مدهشة أكثر منها مقلقة. ولكن إذا ماأخضعنا آلاف المتزوجين للتقصي الروتيني بحثاً عن كافة الجينات الصاغرة التي يمكن اختبارها بحيث يمكن اكتشاف كثير من الناس الذين يحملون جينة معطوبة فإنه سيكون صعباً علينا أن نعرف ماذا نفعل بالمعلومات–أو ماإذا كانت تستحق أن تُجمَع أصلاً ؟!

يدور جدل حول كامل فكرة تقصي الجمهور. فنتائج الاختبارات، في معظمها، ليست مطلقة، وهذه مشكلة. وبما أن المرض نفسه قد ينشأ نتيجة لطفرات في أجزاء مختلفة من الجينة (أو لأن الجينة المعطوبة تترافق بقِطَعٍ مختلفة من الدَّنا عند مختلف العائلات)، فإن الاختبارات كثيراً ماتغفل نسبة من الحَمَلَة. وأكثر الاختبارات تغفل 10/1 من البريطانيين المصابين بالتليف الكيسي–النسبة أسوأ في باقي أنحاء أوروبا. والقياس البريطاني لايحدد أكثر من ثلث حَمَلَة الجينة في تركيا وإسرائيل. ثم إنه لايمكن للتقصي أبداً أن يؤكد بأن شخصاً ما لايحمل الجينة؛ وأفضل مايمكن أن يقدمه هو أن يُعلِم صاحبها بأنه يحملها، أو أن الاختبار غير قطعي. ولكن شكاً من هذا النوع يسبب قلقاً وكرباً.

يعتقد بعض الأزواج، خطأً، أن الزيجات التي تحدث فيها الطفرة عند شريك واحد فقط تنطوي على خطر إنجاب طفل مصاب. ونتيجة لذلك، تلجأ كثير من المراكز إلى وصف النتيجة بالإيجابية فقط إذا كان الشريكان من الحَمَلَة. وهناك أيضاً ذكريات الماضي غير الممتعة. وأظهرت دراسة ألمانية مايفيد بأن طبيباً ألمانياً واحداً لم يقبل برنامج التقصي هذا، وإن كان موثوقاً تماماً وحتى لو تمت المحافظة

[1] – أسسها يعقوب آمن، السويسري الأصل، في القرن السابع عشر بعد أن استقر في الولايات المتحدة. المترجم

على سرية النتائج. وبسبب الطريقة التي تداخلت فيها هذه المسألة مع مسألة الجدل حول الإجهاض، ركزت مؤسسة التليف الكيسي الأمريكية على إغراء الاعتمادات المالية في سبيل الشفاء أكثر من تركيزها عليها لإجراء الاختبار. لم يوضع تخطيط لمسح سكاني في الولايات المتحدة. واختيار الجمهور لابد أن يكون مكلفاً أيضاً. فقد يكلف اتقاء كل حالة من التليف الكيسي في بريطانيا خمسين ألف جنيهاً (هذاالمبلغ أقل بكثير من كلفة المعالجة على مدى الحياة).

يحمل علم الحياة الحديث إمكانية أن يصبح قوة إيجابية أكثر مما هو عليه اليوم. وقد يكون التعرف إلى المرض أول خطوة على طريق معالجته. مبدئياً، يمكن لعلم الوراثة الآن أن يقدم أكثر من مجرد إجراء اختبار لكشف الشذوذات. فقد أصبح قادراً الآن على معالجة بعض الأمراض الخِلقية. والمعالجة سهلة أحياناً. كان الأطفال المولودون وهم يحملون بيلة الفينل كيتون، أي العجز عن مواجهة حمض أميني ما، يموتون عادة. ولكن الحياة الطبيعية عند المصابين بهذه البيلة، في حدودها المعقولة، لاتحتاج إلى أكثر من نظامٍ غذائي خال من الحمض الأميني. والعلاجات الأخرى لمرض موروث أكثر تعقيداً، ولكنها تحقق النجاح أيضاً-فعلى سبيل المثال، يستخدم العامل المجلط للدم حقناً لمعالجة أعراض الناعور. وفي بعض الأحيان نحتاج إلى فعل أكثر تاثيراً. فالتليف الكيسي مميت بسبب امتلاء الرئتين بالمخاط. وقد تساعد في ذلك غريسة قلبية-رئوية. ومع ماتنطوي عليه هذه الغريسة من خطر، فإنها تقدم الفرصة لتصريف حياة طبيعية على نحو معقول. واليوم، راح اكتشاف جينة التليف الكيسي يساعد في معالجة المرض. ويمكن حثّ حمّة الزكام على ضم نسخة عاملة من الجينة الضالة في التليف الكيسي. وتُرَذُّ هذه في أنوف المرضى، مما يخفف من شدة الأعراض-التخفيف ضئيل حتى الآن، ولكن هناك أمل في أن يكون التقدم أكثر سرعة.

تتعامل هذه المعالجات فقط مع أعراض العطب الوراثي-هذا مايفعله الدواء طبعاً بشكل دقيق بالنسبة لمعظم الأمراض. ولكن معالجة جينية تبعث الأمل في الشفاء. تقضي هذه المعالجة باستبدال الجزء المعيب من الدَّنا. ثم يجري إدخال النسَخ التي تُعَدُّ في المختبر إلى خلية حية بمساعدة حمَّة ما. ويمكن أيضاً قذف الجينات العاملة إلى الخلايا المزروعة عن طريق إطلاق الدَّنا بوساطة مدفع صغير جداً. هذه المقاربة فعالة من حيث المبدأ. وعُقِدَت عليها في أيامها الأولى-قبل عقد مضى-آمال كبيرة لإحداث ثورة في معالجة المرض الخِلقي. ومع أن معالجة وراثيةٍ كانت تبشر بالخير منذ أيامها الأولى، لكنها لم تحقق ماعقد عليها من آمال. وقد خُطِط منذ عام

1993 لإجراء أكثر من خمسين تجربة، وبعضها قيد التنفيذ الآن، ويمكن أن نبدأ عما قريب بقطف ثمار هذه المعالجة.

تحققت حتى الآن بعض النجاحات. فالعوز المناعي المشترك الشديد (أو SCID) هو قصور وراثي في الجهاز المنيع. يحفظ الأطفال المصابون الذين يعانون من هذه الحالة في فقاعة لدائنية لتقليص فُرَص إصابتهم بالعدوى ويُعطَوْن غرائس من نقي العظام لتعزيز دفاعاتهم. إنهم يفتقرون إلى إنظيم نوعي. وقد تم "شفاء" الخلايا في المزرعة التي تفتقر لهذا الأنظيم عن طريق إدخال الدَّنا المناسب. عولج، في عام 1990، طفلان بخلايا مدبرة على هذا النحو. وما زالا على قيد الحياة ودخل أحدهما المدرسة. وبما أنهما عولجا، في وقت واحد، بخلاصات من أنظيم مستخلص من الحيوانات، فإنه من غير المؤكد أن تحسن صحتهما نجم مباشرة عن معالجة جينية.

ويتقدم العمل أيضاً باضطراد في معالجة الأمراض الأكثر شيوعاً. والأمل معقود على إدخال جينة واحد من عوامل التجلط التي تفشل في الناعور إلى الخلايا الحية . فإذا نجح هذا المشروع، فإنه قد يكون أساس المعالجة. تحمل بعض العائلات جينة تتدخل في إزالة الشحم من الدم. ويتعرض من يحملها للإصابة بداء القلب الإكليلي. وفرصة الحياة تكون ضئيلة أمام الأطفال الذين يحملون نسختين من الجينة المعطوبة. وقد تمت معالجة أحد هؤلاء الأطفال بخلايا بعد أن أُدخِلَت إليها نسخة عاملة. فظهرت علامات مشجعة على أن المعالجة تساعد في إزالة الشحم من الدم.

تُعقَد آمال عريضة على إيجاد معالجة جينية من هذا النوع. ولكن بعض الأمراض الوراثية الأكثر وقوعاً سيصبح علاجها صعباً. فمعالجة فقر الدم المنجلي تقتضي توجيه أعداد قليلة جداً من الخلايا إلى عمق نقي العظام، لأنه هو، وليست كريات الدم الحمراء بالذات، الذي ينتج الهيموغلوبين المعيب.

يمكن استخدام علم الحياة الجزيئي بطرق أخرى لمعالجة المرض. وفي هذه المعالجة، يمكن استخدام خلايا مُدَبَّرَة لحمل جينات لتخريب الخلايا السرطانية بالذات، أي تزويدها ببذور تدميرها الخاصة. نجحت حيلة أخرى عند الحيوانات، وهي تقضي بإدخال جينات إلى الخلايا السرطانية بما يجعلها مستعدة لاستقبال أدوية خاصة. هذا الإجراء أكثر نجاحاً ضد الأورام الدماغية؛ ففي الدماغ لايحدث تقريباً انقسام في الخلايا السوية، وبالتالي، تقوم الخلايا السرطانية فقط بقبط الجينة الغريبة. بعد أن تستقر سلسلة دنا الجينة المعيبة، يصبح هناك أمل بإعداد حمض نووي "مضاد للحس" الذي يرتبط بالآلة الوراثية ويحصرها. وربما يصبح ممكناً توقيف

الجينات المصابة بالخلل (كجينات السرطان). وقد تثبت المعالجة المضادة للحس، على اعتبارها تقدماً طبياً، أنها مهمة كالبنسلين.

وفي حال فشل الآمال المعقودة على المعالجة، يبقى هناك الأمل المعقود على حدوث تقدم كبير في التشخيص. فهناك مسابير حديثة لاكتشاف طفرات (كالطفرات التي تؤدي إلى السرطان) قبل ظهور أعراض المرض لأول مرة بوقت طويل. فالخلايا السرطانية كثيراً ماتطور على سطوحها مستضدات غير عادية عند إطلاق جينات جديدة. وعندما يتم تحديد الدّنا المعنيّ، يصبح بالإمكان اكتشاف شكل البروتين الذي ينتج المستضد. وعندئذٍ يمكن إعداد بروتين التوافق الذي يلتصق فقط بالخلية السرطانية. وإذا ماانضم دواء، فإنه سيرتبط حصراً بهذه الخلايا. هنا، يمكن تقديم المزيد من المعالجة الكيميائية الفعالة، لأنه لم يعد هناك خطر يهدد بتسميم الخلايا السوية أيضاً.

ويمكن لعلم الحياة أن يحقق المزيد: وفقاً للنظرية، يمكن استخدامه لمعالجة النسل الذي لم يولد بعد. فعند الفئران مثلاً، يمكن إدخال الجينات إلى الخلايا البيضية بغية نقلها إلى الأجيال القادمة. لقد تغير الخط السلالي، كما يسمونه. وتشكل الفئران "المكونة للتحول" هذه وسائل قيّمة للبحث. فإذا ماتم إدخال جينات خاصة بمرض إنساني، فإنه يمكن استخدامها لدراسة أعراضه (مع أن هذه الأعراض قد تختلف عن الأعراض الموجودة عند الإنسان بالذات) ويمكن أيضاً استخدام الفئران لاختبار الأدوية التي يمكن استخدامها فيما بعد في المعالجة. هناك اليوم فئران مكوِّنة للتحول خاصة بفقر الدم المنجلي وأمراض أخرى وراثية. وهناك خنزير مكوِّن للتحول، قد يكون واحداً من كثرة، يحمل بعض الجينات الخاصة باختلاف السطح الخلوي عند الإنسان. ومعنى هذا أن أنسجته-القلب أو الكلية مثلاً-التي هي بالحجم المناسب تقريباً للاغتراس، مستحسنة للمريض الإنساني أكثر مما هي عليه في ظروف أخرى. فالخنزير يبدو، طبعاً، شبيهاً تماماً بخنزير: ولكن أعضاءه، بالنسبة لجهازنا المنيع، تشبه أعضاء الكائن الإنساني. لم يستخدم حتى الآن قلب إنساني زائف للاغتراس، ولكن هذا قد يتحقق قريباً. ولم يجر حتى الآن اختبار معالجة الخط السلالي الإنساني، مع ذلك، ليس هناك سبب عملي مهم يحول دون ذلك. فإذا نجحت التجربة، فسوف يستفيد المصابون بالمرض وأحفادهم.

يعتبر بعضهم أن هذا كله خطوة أولى باتجاه فرانكشتاين. ولكن المخاوف، في أكثرها، مبالغ فيها. لأن معظم معالجات المرض الموروث لاتختلف كثيراً عن باقي المعالجات الطبية. ومما لاشك فيه أنه مامن أحد يخشى معالجة بيلة الفينيل كيتون إذا

ترافقت بنظام غذائي خاص أو معالجة الناعور إذا ترافقت بالعامل الثامن. والمجتمع الذي يقبل الغريسة القلبية الرئوية عند طفل مصاب بالتليف الكيسي، لايمكن أن ينكر عليه حقه في معالجة الأعراض في مصدرها بجينة عاملة. والخلاف كله يدور حول مستوى التدخل-أي حول الدَّنا أكثر مما هو حول ماتسببه.

هناك قواعد واضحة تنطبق على كل معالجة طبية. فكل شخص له مطلق الحق بجسده الخاص ويمكنه أن يقرر قبول أو رفض المعالجة. وهذا النوع من التعليل يمكن أن ينطبق علىالجينات. فاستبدال الدنا المعطوب لايختلف كثيراً عن استبدال الكلية المعطوبة والخيارات نفسها يجب أن يتبناها الشخص الذي يتلقى الكلية (أو ذووه). ويختلف عن هذا تبديل الجينات في النطفة أو البيضة. لأن هذا التبديل يغير الوراثة عند شخص لايملك حرية الاختيار لأنه في غضون بضع سنوات سوف لايحمل الجينة المعالجة فقط من يقبل بها، بل أحفاده أيضاً. وبناء على هذه الخلفية وغيرها، يشيع الاعتقاد بأن معالجة الخط السلالي غير مقبولة. وهناك أيضاً حركة دائبة لإضافة بيان إلى الإعلان العالمي لحقوق الإنسان ينص على أن لكل واحد الحق بتركيب وراثي لا يتبدل دون موافقته.

المشكلات الأدبية التي تنشأ من التدخل بالدَّنا أقل إلحاحاً من مشكلات أخرى وهي مسألة أخلاقية أكثر حساسية. تلك هي معضلة المعرفة: يمكن لعلم الوراثة حقاً أن يعلمنا أشياء قد لانريد معرفتها. فالنمط الوراثي في داء هنتنغتون (انظر ص 61) نمط غير عادي. إذ يُظهِر من يحملون نسخة واحدة تأثيرات تلك النسخة، ولكن غالباً ليس قبل منتصف العمر. ويتعرض لخطر وراثة الجينة، في فرصة من فرصتين، كل شخص يحمل المرض واحد من والديه. ويُترَك هؤلاء الناس في شك حول مصائرهم نظراً لتأخر ظهور علامات المرض. وتتظاهر الأعراض عادة عند المريض في الثلاثينات أو الأربعينات من عمره على شكل تململ عام تعقبه حركات لاإرادية وتنتهي بالشلل أو الموت عادة في غضون عشرين سنة من وضع التشخيص.

ومع أنه لم يتم إلا في وقت متأخر تعقب الجينة نفسها، إلا أن هناك تبدلات قريبة إليها في الدَّنا التي استخدمت سابقاً لاختبار ماإذا كان شخص ما يحمل المرض الوراثي قبل ظهور أول العلامات بوقت طويل. وبما أن التبدلات تُكتَشَف أيضاً عند بعض الناس الأسوياء، لذلك يجب معالجة أقرباء- أجداد، وآباء وحتى أبناء عمومة- المعرضين للخطر بغية تحديد الأشكال المختلفة التي ترافق جينة داء هنتنغتون داخل

أسرة معينة. يعني هذا أن بعض الناس الذين لم يدركوا سابقاً الخطورة التي ينطوي عليها حملهم لتلك الجينة قد يعرفون شيئاً عن مصيرهم.

تتعرض اللائي انحدرن من والد مصاب إلى خطر نقل الإصابة لأطفالهن. ويخترن أحياناً إخضاع حمولهن للاختبار (وإنهاءها في حال اكتشف أن الجنين مصاب) حتى وإن لم يتظاهرن من جانبهن بأية أعراض. فإذا تأكد أن الجنين يحمل الجينة، فإن أحد الوالدين (أو كليهما) سيعرف أنه يحمل الجينة وقد يُظهر مرضه عما قريب.

استجاب، في بريطانيا، بضع مئات فقط ممن يعرفون أنهم يتعرضون لخطر حمل جينة هنتنغتون منذ اقترح الاختبار لأول مرة في عام 1987. وربما يعود السبب في ذلك إلى صعوبة تحمّل المرء لمعرفة مصيرة إلى الحد الذي يفضل معه الحياة مع الإحساس بالخطر على الحياة مع اليقين. وعلم الوراثة الحديث يُظهر الحقيقة، وهو، على الرغم من عدم جاذبيته، فإنه قد ينتهي لأن يكون خيار المزيد والمزيد من بيننا.

يبيِّن داء هنتنغتون الصعوبات الأخلاقية التي تنطوي عليها معرفتنا بالجينات التي نحملها. وقريباً، سوف تتوفر هذه المعرفة لعدد واسع من الناس الذين يختارون الحصول عليها. أهم الأمراض القاتلة في بلدان العالم الثالث اثنان، هما: الاعتلال القلبي والسرطان، وهما يتأثران بالجينات إلى حد كبير. وقد يصبح بمقدور الكثيرين، قبل مضيّ وقت طويل، معرفة التاريخ المحتمل لموتهم. وقلما تم التبصر فيما يمكن أن ينتج عن هذه المعرفة بالنسبة للمجتمع-مع أنها قد تكوِّن حبكة مسلية لرواية تبدأ في المستقبل.

تسبب المعرفة أيضاً مزيداً من المشاكل الدنيوية. والتأمين، من أي نوع، هو آلية لنشر الخطر. لأن شراء عقد تأمين يعني أن كلفة حادث ما يخففها اقتسامه مع أولئك الذين يحققون الشيء نفسه ولا يطالبون أبداً. والتأمين على البيت أو السيارة يقوم على أساس معرفة الخطر. ومن تمتعهم قيادة السيارة أثناء السكر أو من يميلون إلى الاحتفاظ بالسبائك الذهبية تحت أسرّتهم يدفعون أكثر ولا يتشكّون (كثيراً) من أن أسلوب حياتهم يجبرهم على ذلك. ولكن ماذا بشأن التأمين على الحياة؟ الحصول على الرعاية الطبية في الولايات المتحدة (وأكثر منها في بريطانيا) محدود بالقدرة علىالدفع. فهناك خمسة عشر مليون أمريكي يدفعون لقاء تأمينهم الصحي. ويقوم أرباب العمل بدفع أقساط التأمين عن معظم الآخرين (على الرغم من ذلك، يبقى

هناك خمسة وثلاثون مليوناً دون تأمين أبداً). ويترتب على أي شخص يبتاع سند تأمين أن يكشف عن أي مشكلة طبية يعرفها. ويُرفَض اليوم حوالي ثلث المتقدمين بطلباتهم، وتستبعد من بين المتبقين كافة "الحالات الموجودة مسبقاً" سواء أُعلِن عنها أم لا.

يطرح الاختبار الوراثي بعض المشكلات الجسيمة. فمثلاً، هل يحق لشركة التأمين أن تطالب بنتائج الاختبار لمساعدتها في اتخاذ قرارها حول المبلغ الذي يجب أن تطالب به أو ماإذا كانت ستقبل بعقد صفقة التأمين؟ وهل الجينة المعطوبة موجودة من قبل؟ مع ذلك، كل إنسان فانٍ: وعلم الوراثة لا يمكنه أن يقدم أكثر من أن يقول لبعضنا متى يمكن أن يحدث ذلك. ولكن التأمين الصحي يعتمد على مدى انتشار الخطر. وعلم الوراثة قد يكون الضربة القاضية. لأنه يزيل جهلنا بمرض مستقبلي. وما من أحد يلعب مع مقامر يعرف كل أوراق خصمه، وكذلك مامن أحد يدفع إلى التأمين الصحي عندما يتأكد تماماً من أنه سوف يعيش إلى عمر ناضج متقدم (وسوف لن يكون بحاجة إليه) أو عندما تعرف الشركة بأن مرضاً مكلفاً يُبرمَج إلى جينات، وبالتالي، إلى تكاليف. تعاني شركات التأمين اليوم من واقع أن الناس المعرضين لخطر عال هم أكثر ميلاً لشراء سندات التأمين. وقد تنشب حرب تتمثل بتصاعد تدريجي للكلفة تنتهي بأن يدفع الناس المعرضون للخطر فقط للتأمين الصحي. فقد قال مدير الاتصال في المجلس الأمريكي للتأمين على الحياة إنه "كان يود لو أن تقنية علم الوراثة لم تتطور أبداً".

واليوم، ترفض شركات التأمين ضمان حياة الأشخاص المقدر لهم أن يصابوا بداء هنتنغتون–وهناك كثير من العلل الأخرى من النوع نفسه. ورفض التأمين ليس تهديداً فارغاً. فقد حدث مؤخراً في الولايات المتحدة أن رُفِض التأمين على حياة امرأة مسؤولة عن برنامج استقصاء هشاشة الصبغي X (انظر ص 70) لأن أطفالها يُظهِرون أعراض المرض، مع أنها لاتُظهِر، من جانبها، أياً من الأعراض. وفي حالة أخرى، وافقت شركة التأمين على دفع كلفة إجراء اختبار لجنين لمعرفة ماإذا كان مصاباً بالتليف الكيسي، وذلك إذا وافق الوالدان على إجراء الإجهاض في حال كان الاختبار إيجابياً.

تشير المعلومات الوراثية إلى أن مؤسسات التأمين لم تعد عمياء. ففي السوق التجارية للصحة، هناك صفقات صالحة وأخرى طالحة. فإذا كان رب العمل هو الذي يدفع الفاتورة، فسوف يتعرض لضغط كي لايستخدم شخصاً يظهر من برنامج التقصي أنه في خطر. وتحتج مصلحة الصحة الوطنية بكل هذا لنشر الإحساس

بالخطر الفردي بين جميع السكان. وربما تتحول الرعاية الصحية إلى الاضطلاع بدور الشرطي أكثر من اضطلاعها بدور حارس التأمين، ضمن دولة تتقبل بأن يدفع الجميع بالتساوي مع أن بعضهم معرّض للخطر أكثر من آخرين.

يهتم كثير من الناس بما يمكن لعلم الوراثة أن يحققه في المستقبل. فهل نحن معرضون لخطر إنجاب سلالة فرانكنشتاينية[1]؟ فيكتور فرانكشتاين نفسه، الذي ابتكر المارد المجهول الاسم في رواية *ماري غوتيك شيلي*، يفكر في نهاية القصة فيما إذا كان سينتج شريكة لمارده ولكنه يطرد هذه الفكرة لأن "…. واحدة من أولى نتائج هذه العواطف التي يتعطش إليها المارد هي الأطفال، وسلالة المَرَدَة سوف تتكاثر على سطح الأرض مما يزعزع وجود النوع الإنساني ويملؤه رعباً. هل يحق لي، من أجل مصلحتي الخاصة، أن استنزل اللعنة على الأجيال الأبدية؟"

كثيراً ما كان علم الوراثة يعتبر كتهديد، وفي تدخله في إرثنا، كلعنة للمستقبل. والواقع أن فائدة علم الحياة الحديث كانت بسيطة. ومما يبعث على السخرية، أن ماري شيلي كانت حاملاً أثناء كتابة *فرانكشتاين* وأنجبت طفلاً مات بعد بضعة أشهر. فعانت هي بالذات من اكتئاب شديد، كالكثيرين من أقربائها. واليوم، يمكن لعلم الوراثة أن يساعد في فهم علة طفلها وحالتها العقلية. إن التدخل المقصود في جيناتنا سوف يمارس بعض التأثير على "الأجيال السرمدية"، ولكن هذه التأثيرات قد تكون أقل أهمية بكثير من بعض التبدلات التطورية التي تحدث دون أن ندركها. وهذا ما سأقوم بدراسته في الفصل الأخير.

---

[1] – نسبة إلى فرانكنشتاين، انظر الحاشية السابقة ص 230. المترجم

الفصل السادس عشر

16 تطـور اليوطوبيـا

الأدب العلمي ممل جداً لأنه إجمالاً متشابه تقريباً. وعلى الرغم من اختلاف المردة، فإن حبكات الروايات لاتختلف. ويصح هذا على معظم اليوطوبيات الخيالية. فمن *حرب العوالم* إلى *كوكب القرود* يظهر شكل حياتي غريب، يسيطر على السلالة الإنسانية، ويواجه قدرها بسبب إخفاقاتها البيولوجية الخاصة. تتجاهل روايات المستقبل، في معظمها، واحدة من المسائل القليلة التي يمكن التنبؤ بها حول التطور، هي أنه لايمكن التنبؤ به. فما من ديناصور واحد كان بمقدوره أن يخمّن أن أحفاد المخلوقات الشبيهة بالزَّبَّابة[1]، التي كانت تلهو عند قوائمه، سوف تحل محله بعد وقت قريب: وقردة الشمبانزي التي فاقت الإنسان عدداً، قبل مئة ألف سنة، ستكتئب لرؤيتها ذلك العدد المتزايد لأقربائها في حين أن أحفادها نوع يتعرض للخطر.

يبني التطور دائماً فوق نقاط ضعفه أكثر مما يكوّن بداية جديدة. والافتقار إلى خطة رائعة هو الذي يجعل الحياة قابلة للتكيف، ويجعل الإنسان–الذي هو أكبر الانتهازيين طراً–ناجحاً جداً. والمقاربة النفعية في الحياة تعني أيضاً أن التأمل في المستقبل مسألة محفوفة بالخطر نظراً لصعوبة التخمين. وعبّر هيغل عن ذلك بما معناه أن أكبر درس في التاريخ هو أن أحداً لا يتعلم درس التاريخ أبداً.

سأحاول في هذا الفصل، وهو الفصل الأخير، أن أتنبأ وراثياً. وأنا على ثقة بأنني لست أول من يفعل ذلك. فكثير من روايات اليوطوبيا الشهيرة تعود في رؤاها حول المستقبل مباشرة إلى داروين. وصموئيل بتلر، مؤلف *اريوهون* الذي تلقى مع داروين ثقافة مشتركة في مدرسة شروز باري وكامبريدج، كان نفسه متحمساً لنظرية التطور (مع أنه كان معادياً للداروينية). وتدين رواية أولديوس هكسلي، *عالَم جديد شجاع*، في كثير من حبكتها إلى أخيه البيولوجي جوليان وجدّهما توماس هنري هكسلي، الذي كان يُعرَف تحت اسم" كلب داروين" لأنه كان نصيراً متحمساً

[1] – حيوان صغير يشبه الفأر. المترجم

لبطله. وكتب هـ. ج. ويلس نفسه-الذي ظهرت يوطوبياه في رواية ***شكل الأشياء القادمة***-كتابا مدرسيا بيولوجيا بالاشتراك مع جوليان هكسلي؛ وكما رأينا، كان جورج برنارد شو، مؤلف ***العودة إلى متوشالح***[1]، من أتباع غالتون وكان يظهر معه في الأماكن العامة.

العلاقة بين الروائيين اليوطوبيين وعلم تحسين النسل واضحة أحيانا إلى حد مميز. فجورج برنارد شو يرى أنه "إذا كنا نريد نموذجا معينا من الحضارة، يترتب علينا أن نقوم بإبادة الصنف الذي لايصلح له من الناس". ويشاركه في وجهة نظره هـ. ج. ويلس. فقد كتب في رؤيته العلمية لعالم المستقبل، ***توقعات مفعول التقدم العلمي على الحياة والفكر الإنسانيين*** (وهي توقعات غامضة حاليا)، التي نشرت في عام 1901، مؤيدا نظرية تيسير الموت لـ "الضعيف والشهواني" والإبادة الجماعية لـ "الناس القذرين من بيض وصفر ممن لايلبون احتياجات القوة". ولكن العديد من أكثر اليوطوبيات شهرة ماكان يمكن لها أن تكون أمكنة مريحة بالنسبة للناس الذين يجبرون على الحياة فيها.

هذا الكتاب بكامله رواية تدور حول كيف تطورت الإنسانية وفقا للقوانين نفسها التي تسير المخلوقات الأقل طموحا. والإنسان طبعا أكثر من مجرد قرد يكتب بتبجح. فنحن نتميز بصفتين فريدتين هما: معرفة الماضي والتخطيط للمستقبل. وتضمن هاتان الموهبتان أن المستقبل المتوقع للجنس البشري سيعتمد على ماهو أكثر بكثير من الجينات. مع ذلك، يمكن التوصل إلى بعض التخمينات اعتمادا على الماضي البيولوجي فيما يتعلق بطبيعة النبوءة التطورية. وتشير واحدة من تلك النبوءات المتشائمة، إنما الدقيقة، إلى الانقراض. ومع أن واحدا تقريبا من كل عشرين شخصا عاشوا في أيما وقت مضى هو على قيد الحياة الآن، فإن واحدا من كل ألف من مختلف أنواع الحيوان والنبات بقي على قيد الحياة. ونوعنا يعيش الآن مرحلة مراهقته، فعمره حتى الآن حوالي مئة وخمسين ألف سنة (مقارنة بعمر أقربائنا الذي يتجاوز هذا الرقم بعدة أضعاف، والذين مازال سجل مستحاثاتهم صالحا بما يكفي لتقدير عمرهم). والمأمول ألا يزول قبل أن يمضي وقت طويل؛ ويمكننا أن نفكر، على الأقل، فيما سوف يحدث قبل ذلك اليوم.

القوانين التي تحرك التطور بسيطة ولا يحتمل أن تتغير. وتتضمن ظهور جينات جديدة عن طريق الطفرة، والاصطفاء الطبيعي والتبدلات العشوائية عندما تفشل

---

[1] – جد نوح. المترجم

بعض الجينات في الانتقال عن طريق الصدفة. والتفكير فيما سيحدث لكل من هـــذه العمليات معناه أننا نحاول التنبؤ حول التطور الإنساني. فهل تكون هـــذه اليوطوبيـــا البيولوجية شبيهة بمكافئاتها الخيالية (مع أملي ألا يكون الأمر على هذا النحو)؛ وهل سنواصل تطورنا بسرعة كما فعلنا منذ بداياتنا، أم أن التطور الإنساني أشرف علـــى نهايته؟

تدخلت الكائنات الإنسانية، عن جهل تام، بإرثها البيولوجي منـــذ ظـــهرت لأول مرة. وكنا رأينا في الفصول السابقة أن الأدوات الحجرية، والزراعـــة، والأمـــلاك الخاصة جميعها مارست تأثيرا على المجتمع وبعده على التطور. ويهتم الناس بـــأن الطور التالي من التاريخ الإنساني سيشهد وضـــع تصـــاميم مدروســـة للمســـتقبل البيولوجي. ولكن هذا التوقع يمكن أن يكون فـــوق طاقـــة العلـــم. فـــالتغيير غـــير المقصود-التطور عن طريق الخطأ-يميل لأن يكون مهما أكثر مـــن أيـــة محاولـــة واعية لتعديل علم الحياة.

سيكون تأثير حتى الجهود العزومة للأطباء أو المستشارين الوراثيين أو خـــبراء المعالجة الجينية طفيفا على الأجيال المستقبلية. ففي بريطانيا، يولد 2500/1 طفـــل وهو يحمل داء التليف الكيسي-عدد الأطفال الذين يحملون الجينة ولا يعرفون بـــها أكبر من هذه الرقم بمئة مرة. وعلم الحياة الجزيئي يجعل بالإمكان إخطـــار النـــاس بحالتهم، وربما يوفر الشفاء في يوم ما. وفي هذه الأيـــام، تشـــير حتـــى المعالجـــة الناقصة إلى أن عدد الأطفال المصابين الذين يبقون على قيـــد الحيـــاة إلـــى عمـــر الإنجاب سوف يتضاعف في السنوات الثلاثين التالية. وما من أحد يعـــرف كيـــف سيكون التوازن؛ وما إذا كانت حقيقة أن أكثر هؤلاء المصابين بالتليف الكيسي الذين ينقلون الجينة سيمنون بنقص في عدد المتألمين عندما تتيح النصيحـــة العلميوراثيـــة للآباء بتخطيط إنجابهم. كثيرون هم الذين ينجبون من بين الناس المصـــابين ببيلـــة الفينيل كيتون. وقد سبق أن مورس ضغط اجتماعي عنيف ضد زواج من يحملـــون أمراضا خلقية. ففي الخمسينات، كانت قلة فقط من الأقـــزام الدحادحـــة تجـــد لـــها أزواجا، ولكن أكثر من 80% منهم في الولايات المتحدة متزوجون اليـــوم، وعلـــى الأغلب من أقزام مثلهم. وما من شك في أن كثيرا من الجينات، التـــي كـــانت قـــد اختفت بسرعة بسبب موت حملتها أو عزوبتهم، سوف تبقى الآن.

مع ذلك، سوف لايكون لهذا تأثير كبير علـــى المســـتقبل البيولوجـــي. فمعظـــم الأمراض الخلقية الحساسة للمعالجة أو للتشخيص قبل الولادة هي أمراض صاغرة، حتى إن الناس الأصحاء يحملون من نسخ الجينات أكثر مما يحمله المرضى بمئـــة

مرة. وبما أن كل واحد يحمل عدة طفرات صاغرة متوارية، يصبح الأمل ضئيلا في أن يلجأ علم الطب إلى تلويث الجمعية الجينية الإنسانية التي كانت نقية ذات مرة عن طريق السماح لبضع نسخ إضافية بالبقاء على قيد الحياة.

يظهر، من جديد، في كل جيل كثير من الأمراض الوراثية عن طريق الطفرة. فهل تشكل زيادة معدل الطفرة خطرا على المستقبل التطوري؟

هناك مخاوف حقيقية من أن الحضارة الحديثة–مع المكاسب الملتبسة للإشعاع النووي والمواد الكيميائية السامة–ستؤدي إلى زيادة مثيرة في عدد الطفرات. ويكفي هذا، وفقا لكثير من أوساط الخيال العلمي، إلى انحطاط السلالة الإنسانية خلال عصور قصيرة. وتمارس التهديدات الصريحة–بما فيها مايحضره الإنسان من إشعاع ومواد كيميائية–تأثيرا أضعف مما تمارسه المطفرات الطبيعية كغاز الرادون الذي يتسرب من الغرانيت (انظر ص 73). ومن أكثر المصادر تلويثا في العالم الغربي محطة سيلافيلد للطاقة النووية في شمال انكلترا وبحر الشمال لأنه الجرم المائي النشيط إشعاعيا أكثر من بقية المياه. واسم المحطة نفسها، كولدر هول، تبدل إلى وندسكيل وإلى ميلافيلد في محاولة عقيمة لتهدئة مخاوف الجماهير. ورغم ذلك، تعتبر تأثيراتها بسيطة إذا ماقورنت بمصادر أخرى للإشعاع. فالمستهلكون الشرهون للمحار، الذي يجمع من الأمكنة القريبة لأنابيب التفريغ، كمية من الإشعاع تعادل كمية الإشعاع الكوني التي يتلقاها المسافر جوا من لندن إلى لوس أنجلس ذهابا وإيابا أربع مرات سنويا.

يمارس التحول الأكثر تعقيدا تأثيرا مثيرا على معدل الطفرات. ففي العالم الغربي، على الأقل، يشير التبدل في عمر إنجاب الأطفال إلى أن عدد الطفرات الجديدة قد يهبط.

ويرتفع معدل الطفرات مع التقدم في العمر. ويعني كبح العدوى أن معظم الناس يعيشون اليوم إلى فترات أطول مما كانوا عليه في الماضي. ولهذا السبب، يمكن للطفرة أن تتقاضى ضريبتها من السكان بنسبة أعلى بكثير. ويتضح هذا تماما عندما نتابع هذه التبدلات في خلايا الجسم، بما فيها الخلايا التي تسبب السرطان. يقتصر وباء السرطان في العالم الغربي الحديث، إلى حد بعيد، علىالمسنين. ويمارس التبدل في نمط البقيا تأثيرات على الجينات عندما تستوطن خلايا الجسم.

تتعرض الخلايا التي تكون النطفة أو البيضة أيضا إلى التاثيرات المدمرة للتقدم في العمر. فالآباء الأكبر سنا يميلون إلى إنجاب أطفال معطوبين وراثيا أكثر ممن

هم أصغر منهم سنا. وبالتالي، إن أي تبدل في عمر الإنجاب سيمارس تأثيرا على معدل الطفرة. فارتفاع عدد الآباء المسنين، يعني حدوث المزيد من الطفرات؛ والعكس صحيح. وقد أدى التقدم الاجتماعي إلى تحول من هذا النوع. فالصورة العامة الأكثر شيوعا بسيطة ومدهشة وتنطبق على العالم الثالث بمقدار ماتنطبق على بريطانيا والولايات المتحدة.

قبل التحسن الذي طرأ على الصحة العامة خلال القرون القليلة الماضية، كان معظم الأطفال يموتون وهم صغار. وكانت الأمهات تبدأن عملية الإنجاب في سن مبكرة وتثابرن عليها حتى تصبن بالعجز-ربما بعد خمس وعشرين سنة. ونظرا لهبوط معدل وفيات الأطفال، تقلص الضغط لإنجابهم على اعتبارهم ضمانا للمرء عند تقدمه في العمر. وأصبح الناس يفضلون أن تكون لديهم عائلات أقل عددا. يمكن للآباء أن يختاروا-مع وجود منع الحمل-تأخير إنجاب أول طفل-كما يحدث أحيانا في أوساط الطبقة الوسطى البريطانية-ولكن عائلاتهم تكتمل بعد ذلك بسرعة. يعني هذا أن معظم الناس يتوقفون عن الإنجاب بعد بدايته بوقت قصير. ونتيجة لذلك، يتقلص عدد الأمهات والآباء الأكبر سنا مع تحسن الأحوال الاجتماعية.

وقد اتضح هذا التأثير في أوروبا بعد الحرب. ففي بلدان مثل بولندا وسويسرا، هبطت نسبة الأمهات اللائي يتجاوزن الخامسة والثلاثين-وهي مجموعة العمر الأكثر تعرضا لخطر الطفرة-من 20% تقريبا في عام 1950 إلى اقل من 5% عام 1985 وما زالت تواصل هبوطها. وكانت هناك، فيما كان يدعى بألمانيا الشرقية، واحدة من كل خمسين أما يزيد عمرها عن الخامسة والثلاثين. وهذا التأثير لافت للنظر في إيرلندا بشكل خاص. فتاثير الكنيسة-وواقع أن كثيرا من الشباب كانوا يقضون فترات يعملون فيها فيما وراء البحار- يعني أن إنكار الذات كان حتى قبل بضع سنوات هو الوسيلة الوحيدة الفعالة في تنظيم النسل لأن كثيرا من الإيرلنديين لم يكونوا يتزوجون قبل أواخر العشرينات من أعمارهم، أو حتى بعد ذلك، وحتى الآن، تصل نسبة الأمهات ممن هن فوق الخامسة والثلاثين إلى ضعف ماهي عليه في أي مكان آخر في أوروبا. ولكن هذا العدد راح يتناقص بسرعة في الوقت الحاضر (مع أنه مايزال أعلى من المعدل الأوروبي). وفي بريطانيا والبلدان الاسكندينافية، كان هناك تغيير طفيف في الميل نحو الإنجاب المبكر في السبعينات، مع زيادة طفيفة اليوم في عدد الأمهات اللائي تجاوزن الخامسة والثلاثين عن أدنى معدل في الجوار (20/1).

كل هذا يعني أن عدد الأمهات المسنات اليوم أقل مما كان عليه في معظم الماضي التطوري. والآباء أيضا أصبحوا أصغر سنا. وهذا سيؤثر على معدل الطفرات. متلازمة داون أكثر شيوعا بعشرة أضعاف بين الأمهات اللائي تجاوزن الأربعين منها بين الأمهات دون الحادية والعشريين. وهي أكثر شيوعا بثلاث مرات في الباكستان (لاتهتم بتحديد النسل) منها في بريطانيا، والسبب الرئيسي يكمن في أن الأمهات الباكستانيات أكبر سنا من البريطانيات. فإذا مانظرنا إلى هذه المسالة من وجهة نظر مذكرة، لوجدنا أن معدل الطفرات عند الرجال في بريطانيا أعلى بمرة ونصف مما يتوقع له فيما لو كان كافة الآباء دون الثلاثين، ولكنه في الباكستان أكبر من هذا الرقم البسيط بثلاث مرات. ويبدو، في الوقت الحاضر، على الأقل، كما لو أن معدل الطفرات عند الإنسان في طريقه إلى الهبوط، ولكنه، في سياق ذلك، يثير المخاوف حول ظهور سلالة جديدة من مشوهي الطفرات.

إذا كانت الطفرة هي وقود التطور، فالاصطفاء الطبيعي هو محركه. وبما أن التطور عملية مراوغة أكثر من الطفرة، لذلك يصعب التنبؤ بما يمكن أن يكون عليه في المستقبل. فالطبيعة تنزع، كما هي غالبا، إلى ابتكار مفاجأة بغيضة يتوجب على الاصطفاء الطبيعي أن يواجهها. وما نشوء حمة الإيدز سوى دليل على أن هناك خطرا أبديا في حدوث هذا مرة أخرى. ولكن بعضا من التحديات الاصطفائية، في العالم الغربي على الأقل، تلاشت نظرا لكبح المرض المعدي.

عندما يختفي المرض (كما حدث لكثير من الأمراض)، سيتبدل مصير الجينات المعنية بمقاومته. فالقبارصة يحملون التلاسيمية-بيتا بفقر الدم الوراثي لأن الجينة دافعت سابقا عن أسلافهم ضد الملاريا. ولكن الملاريا اختفت اليوم من قبرص-وهذا ماسيحدث للتلاسيمية بعد حين، مع احتمال هبوط عدد الحملة إلى 100/1 في الجيل عن المستوى الحالي الذي يبلغ 17%. وفي حينه، ومع نجاح مفترض-مايزال بعيدا- في المعركة ضد الملاريا، سيحدث الشيء نفسه لعشرات الجينات الأخرى المعنية بمقاومتها في مكان آخر من العالم. وربما تبقى هذه الجينات، في حينه، فقط كشاهد أبكم على ماضيها التطوري.

تحمل الحضارة معها رزاياها الخاصة. فداء القلب الإكليلي والداء السكري علتان يسببهما الطعام الدسم والسكر. والاحتمال الأرجح أن يصاب بهما من يحملون جينات من نوع معين أكثر من آخرين. وربما كانت وراثة هذه الجينات مفيدة عندما لم يكن بالإمكان التنبؤ بالمدد الغذائي. ولاتصبح خطيرة إلا مع المثابرة على تناول الطعام الدسم, وقد أدى التغيير في النظام الغذائي إلى تبديل نمط الاصطفاء في

جزيرة نورو. أما وقد أصبح الناس يعدلون مايتناولون من طعام، فإن الأخطار قد تتقلص من جديد، وبالتالي يتبدل الاصطفاء مرة أخرى. فالمستقبل التطوري يعتمد على التحول البيئي. وبما أن تأثيرعدد كبير من الجينات يعتمد على البيئة التي تجد نفسها فيها، فإن التبدلات في نمط الحياة قد تمارس تأثيرا كبيرا على التطور كما تفعل التبدلات في الدنا نفسه.

قصة صفة وراثية ما، كوزن الأطفال، تظهر تماما مدى فعالية الظروف المحسنة في تخفيف تأثير الاصطفاء الطبيعي. ويبين وزن الولادة فائدة أن يكون المخلوق عاديا. ولا يجب أن تعترينا الدهشة إذا علمنا أن الأطفال الناقصي الوزن لايعيشون معافين كالأطفال الآخرين. أما الأطفال الأعلى وزنا فيحتمل كثيرا أن يموتوا خلال الأسابيع القليلة الأولى بعد ولادتهم. ففي الثلاثينات، كان نصف الأطفال الذين ماتوا خلال السنة الأولى من العمر فوق أو دون الوزن المثالي. وفرق الوزن، حتى لو كان باوندا واحدا فقط، يؤثر بصورة رئيسية على البقيا. وبما أن بعضا من الاختلاف في هذه الصفة هو اختلاف وراثي، فلا شك إذن في أن الاصطفاء الطبيعي كان، كما هو دائما، يعمل ضد جيناتنا الخاصة بزيادة أو نقص الوزن منذ بداية نوعنا.

اختفى هذا الاصطفاء في الوقت الحاضر. ويستدل من الرعاية الصحية أن الأطفال المعرضين للخطر هم فقط من يتجاوزون أو يتخلفون عن الوزن السوي. ولكن قوة الاصطفاء الطبيعي هبطت بين عامي 1954 و1985 بمقدار الثلثين. وبات الخطر في هذه الأيام ضئيلا جدا إذا كان وزن الطفل أعلى أو أقل بمقدار كيلوغرام واحد من متوسط وزن الولادة. يبدو أن ماكان في الماضي أحد أقوى عوامل الاصطفاء (الذي يؤثر عادة قبل عمر الإنجاب) في طريقه إلى الاندثار. وسيكون هناك تأثير معقد آخر لتحسين الرعاية الصحية يتمثل في تغيير نسبة الجنسين في العمر الذي يختار فيه معظم الناس شركاءهم. الصبيان عند الولادة أكثر عددا بقليل من البنات. وكانوا في الماضي أيضا أقل ميلا منهن للبقاء على قيد الحياة بعد مخاطر الطفولة، مما يدل على أنه كان هناك، بالضبط تقريبا، العدد نفسه من كل جنس في تلك السنوات الخطيرة، أي في أواخر المراهقة. واليوم أصبحت بقيا الصبيان كبقيا البنات تقريبا، وسيزداد قليلا في المستقبل عدد الشباب الذين يبحثون عن شريكات، ولكن هذه الزيادة ستكون ملحوظة.

هناك طرق لاستقصاء مستقبل التطور أكثر براعة من مجرد الإفراط في إيراد الأمثلة حول طريقة عملية. يمكن للاصطفاء الطبيعي ان يؤثر فقط على الاختلافات.

فإذا مابقي كل واحد على قيد الحياة إلى الرشد، ووجد شريكا له، وانجب العدد نفسه من الأطفال، فلن يكون هناك مجال تقريبا لعمل الاصطفاء. لسنا بحاجة إلى معرفة أي اصطفاء للجينات هو الذي يؤثر لكي نقيم مدى أهميته. ولكن دراسة التبدلات في أنماط الولادة والوفاة تكشف قدرا كبيرا حول تاثيراته في الماضي والمستقبل.

تقلصت الاختلافات في البلدان الغنية بين العائلات لجهة عدد الناس الذين يبقون على قيد الحياة. ومعنى هذا أن الفرصة تقلصت أمام الاصطفاء الطبيعي. ولكن الصراع في سبيل الوجود لم يكن يخلو، في الواقع، من معنى قبل عشرة آلاف سنة. فالهياكل العظمية التي اكتشفت في المقابر الكهفية تظهر أن قلة من البشر كانت تعيش إلى مابعد العشرين من العمر. فإذا كانت الخصوبة القديمة شبيهة بالخصوبة عند الجماعات القبلية الحديثة، أي أن كل أنثى تنجب حوالي ثمانية أطفال، فإن معظمهم كانوا يموتون صغارا. كان المجتمع على مدى تسعة أعشار التطور، شبيها بإحدى مدارس القرى، فيها كثير من الأطفال، وعدد وافر من المراهقين وقلة-وربما كان هذا مزعجا-من الباقين على قيد الحياة من الراشدين. كانت كل وفاة تقريبا مادة خاما محتملة بالنسبة للاصطفاء لأنها تتضمن شخصا ما صغيرا بما يكفي لتعليق الأمل على نقل جيناته. ولكن الأشياء تبدلت في هذه الأيام. فهناك 98% من المواليد الجدد في بريطانيا يعيشون إلى الخامسة عشرة، وهكذا اختفى تقريبا الاصطفاء الذي يعمل من خلال وفيات الأطفال (وهو أسلوبه الرئيسي في العمل).

الهند الحديثة عالم صغير يظهر كيف يخسر الاصطفاء فرصته في صياغة الحالة الإنسانية. يضم ذلك البلد مدى واسعا من الأنماط الحياتية، من سكان الهضاب القبليين إلى الحضريين الأثرياء. ونتيجة لذلك، شهدت الهند بالذات تاريخا للتبدل الاجتماعي مداه عدة آلاف من السنين. وتظهر المعلومات المتجمعة من عدة جماعات، حول الاختلاف بين الأفراد في فرصة البقيا وعدد الأطفال، أن الاصطفاء الطبيعي خسر 80% من إمكانيته عند سكان المدن من الطبقة الوسطى مقارنة بمواطنيهم الذين يحيون حياة قبلية.

حدثت تبدلات في توازن الولادة والوفاة فمارست تأثيرات أخرى على فرصة الاصطفاء الطبيعي. قلة من الناس مخصبة كما كانت قديما. فجماعة الهوترايت في أمريكا الشمالية يريدون عائلات كبيرة بقدر الإمكان. ولكن من يعيش منهم في مجتمع صحي قلما ينجب أكثر من عشرة أطفال. ويبدو أن الناس كانوا في معظم

التاريخ الإنساني، ينجبون أطفالاً بالقدر الذي تتيحه لهم إمكانيتهم البيولوجية. ولم تتقلص تلك الأرقام إلا قبل وقت قريب.

أصبح الناس في السنوات القليلة الماضية فقط يعيشون إلى أقصى مايستطيعون. ففي الغرب، تضاعف تقريباً خلال القرن الماضي متوسط العمر المتوقع. ولأول مرة في التاريخ، يموت الناس في عمر متقدم. ومنذ 1900، ارتفع معدل العمر المتوقع من 47 إلى 75 سنة. لقد توقف الترقي الآن، على الأقل بالنسبة لبعض الطبقات الاجتماعية. ففي عام 1979، كان يمكن لامرأة بيضاء، في الولايات المتحدة، أن تتوقع البقاء على قيد الحياة لمدة ثمانية عشر عاماً ونصف العام بعد بلوغها الخامسة والستين. وبقي هذا الرقم على حاله تماماً في عام1991. فلو أمكن التخلص من كل الأمراض المعدية، وكافة الميتات العرضية، لارتفع متوسط العمر المتوقع لمدة سنتين فقط. وما يزال هناك متسع للترقي في متوسط طول الحياة بسبب الاختلافات الطبيقة في الشؤون الصحية. فيمكن أن نتوقع لطفل ينجبه عامل غير ماهر في بريطانيا أن يعيش أقل بثمان سنوات من طفل ينجبه شخص ممتهن، ومن المخجل أن يزداد هذا الاختلاف تفاقماً. ولكن الآمال المعقودة على حدوث أي تحسن مثير في طول العمر واهية. وكان جورج برنارد شو على خطأ، نظراً لعدم وجود فرصة كبيرة أمامنا للعودة إلى مَتوشالَح[1].

هذا مهم بالنسبة للمستقبل التطوري. فالزيادة في عدد المسنين تشير إلى أن عدد الناس الذين يموتون اليوم لأسباب وراثية أصبح أكثر مما كان عليه سابقاً (بصورة رئيسية لأن عدد الذين يُقتَلون بالعنف أو بالخمج بات أقل). وعلى نحو غير مألوف، تشير أيضاً إلى أن الاصطفاء أصبح أضعف. فالجينات القاتلة في هذه الأيام هي جينات السرطان والاعتلال القلبي، التي تؤثر في وقت متأخر من الحياة. ويموت المصابون بهذين المرضين بعد أن يكونوا قد أنجبوا، أي بعد نقل إرثهم القاتل. والاصطفاء الطبيعي يكون قوياً عندما يؤثر على جينات كهذه أكثر من تأثيره على الجينات التي تغير احتمالات البقيا قبل أن ينجب حملتها أطفالا.

ظهر النمط الحديث للوجود الإنساني (بأطفال أقل عددا مما كان عليه في أي وقت مضى وبشر كانوا يصمدون حتى تهن الساعة البيولوجية) فقط قبل حوالي عشرين جيلا إنسانيا مقارنة بما يقرب من ستة آلاف جيل انقضت بعد ظهورنا على وجه الأرض. هذا يعني أن الاصطفاء الطبيعي قد غير الطريقة التي يعمل بموجبها. وما هو موجود في هذه الأيام يؤثر على الخصوبة أكثر مما يؤثر على البقيا.

---

[1] ـــ شخصية توراتية يقال أنه عاش 999 سنة   المترجم

تنامت الاختلافات في الخصوبة بين العائلات، والفرصة التي تتيحها للاصطفاء بعد أن انتشرت فكرة تنظيم النسل. وتبنت الطبقات العليا هذه الفكرة تماما قبل الطبقات الدنيا. كانت الاستقراطية الفرنسية أول من استحسنها فتقلص عدد الأطفال في كل زواج من ستة إلى اثنين خلال سنة واحدة فقط. وفي العهد الفيكتوري، كان الاختلاف في الخصوبة لافتا للنظر. فقد أنجب السيد كويفرفول، في روايات بارشستر ترلوب، دستة من الأطفال بينما كان القسس الآخرون يقلصون عدد عائلاتهم إلى اثنين أو ثلاثة. ومع شيوع تنظيم النسل، تقلصت من جديد الاختلافات بين العائلات، ولكن الاصطفاء الذي يعمل من خلال الاختلاف في عدد الأطفال الذين يولدون مايزال، ولأول مرة في التاريخ، أكبر من الاصطفاء الذي يؤثر على عدد الذين يبقون على قيد الحياة. ويعتمد المصير التطوري لجيناتنا على عدد الأطفال الذين نختار إنجابهم أكثر مما يعتمد على فرص بقائهم على قيد الحياة.

قوى الاصطفاء المعروفة على نحو أفضل، كلها تقريبا من مرض، أو مناخ أو مجاعة تؤثر على البقيا أكثر مما تؤثر علىالخصوبة. وقد يكون التبدل في توازن البقيا والخصوبة قوى تطورية جديدة لايمكن التنبؤ بها. وربما يصبح عمر الإنجاب مهما لأن أولئك الذين ينضجون في وقت مبكر يمكنهم إنجاب عدد أكبر من الأطفال. فقد تناقص عمر النضج الجنسي عند البنات. وعلى نقيض هذا الميل، تميل النساء الغربيات في الوقت الحاضر إلى التأخر في الزواج أكثر بخمس سنوات مما كن عليه قبل نصف قرن. إن أي ميل وراثي للزواج المبكر أو المتأخر (أو لتحديد حجم العائلة) يمكن أن يصبح عاملا فعالا في التطور.

تصعب علينا معرفة ماسيقدمه هذا للمستقبل البيولوجي. مع ذلك، هناك في التطور قاعدة عامة صالحة تقول بأنه لايمكن الحصول على شيء دون مقابل: النجاح في جانب من جوانب الحياة لابد أن يقابله فشل في جانب آخر. وتشير التجارب التي أجريت على ذباب الفاكهة إلى أن تبدلا يحدث بمعزل عن إمكانية البقاء على قيد الحياة لجهة الاصطفاء الطبيعي ضد الخصوبة يستلزم مقايضة. فالذباب الذي يضع مقادير كبيرة من البيوض يموت صغيرا. وقد يحدث الشيء نفسه لبني البشر بعد حين.

مامن سبب يدفع إلى الاعتقاد بأن الاصطفاء الطبيعي سيغير من طرقه مهما كانت حصيلته الطويلة الأمد. فهو، بدلا من أن يقوم بانطلاقة جديدة مثيرة عن طريق تصميم حل مثالي لمشكلة خاصة-تصميم قد لايكون مثاليا على المدى الطويل-يلجأ إلى البناء فوق العيوب الموجودة. والأمل ضئيل، كما يشير التاريخ،

في أنه سيعمل كعامل للكمال الإنساني. وهو قد يوجه المستقبل، ولكنه أبداً لن يجعل الجنس الإنساني فوق الإنسانية.

إن عدد الطفرات الجديدة وكذلك شدة الاصطفاء الطبيعي آخذة في التناقص. ولكن مما لاريب فيه أن هذا لايعني أن التطور قد انتهى. فهناك تبدلات أخرى في المجتمع الحديث تميل إلى التأثير على تطلعاتنا البيولوجية. وهي واحدة قلما يضعها معظم الناس في اعتبارهم. إنها على علاقة بجغرافية التزاوج.

في معظم تاريخنا، كان لابد لكل شخص من أن يتزوج من ابنة (أو ابن) الجيران، نظرا لعدم وجود خيار آخر. فقد كان المجتمع يقوم على أساس جماعات صغيرة أو قرى معزولة، وكان الزواج يتم داخل الجماعة. وفي كثير من الأمكنة، كان السكان مستقرين ويعيشون على الفطرة. ولم يكن بينهم تقريبا من يرتحل. وتكشف جينات الهنود الأمريكيين المغمورة في مستنقع للخث في فلوريدا عن هذا التأثير بوضوح. هنا، يظهر دنا الأدمغة الباقية عند الناس الذين ماتوا متباعدين آلاف السنين أن جيناتهم متشابهة تقريبا. كانت الهجرات قليلة ولم يكن للهنود خيار سوى أن يتزوجوا من أقربائهم.

واستمر هذا النموذج في الغرب حتى عهد قريب وما زال موجودا في أنحاء عديدة من العالم. وهو يتبدل بسرعة في بعض الأماكن. والتبدل الأكثر إثارة في التاريخ التطوري للعالم النامي هو زيادة الزيجات من خارج الجماعة المحلية. ويزداد التأثير قوة شيئا فشيئا. وتأثير التزاوج بين الأباعد على الصحة الوراثية سوف يبز أي شيء يمكن لعلم الطب أن يقدمه.

كانت بعض المجتمعات تشجع التزاوج بين الغرباء. ففي الامبراطورية العثمانية، كان الأشخاص الموهوبون نتاجا لتشجيع الزيجات بين الناس من مختلف الأمم. وكان ينظر إلى أطفالهم على اعتبارهم "يشبهون فاكهة من اتحاد نوعين من الأشجار؛ فاكهة كبيرة ومترعة بالعصارة، كلؤلؤة فاخرة". وبعد وصول الأسبانيين إلى أمريكا الجنوبية، قام الغزاة هناك بما كان يوصف بـ "غزو النساء". فبارغواي-المكان الذي فشلت فيه التجربة الوراثية التي قامت بها أليزابيت نيتشه، حيث امتلك كل أسباني، كحد متوسط، عشرين أو ثلاثين امرأة هندية. وبرر الحاكم هذا السلوك بقوله: "الخدمة التي تؤدى إلى الرب في إنجاب المستيزو [الأطفال من سلالة مختلطة الذين كانوا يربون على المسيحية] أكبر من الخطيئة المقترفة بالفعل نفسه". إنه لأمر مفرح أن نعتقد بأن زيادة التزاوج مع

الغرباء على علاقة بالاهتمام بالصحة الوراثية؛ ولكن الشبق هو التعليل الأكثر احتمالا.

التزاوج الخارجي لاينجم عادة عن سياسة مدروسة، بل ينشأ، في معظمه كالحوادث البيولوجية التي صاغت الحالة الإنسانية، كناتج ثانوي للتغيير الاجتماعي. وقد مثلت المدن والنقل دورا، لأنهما وفرا جمعية من الأزواج المحتملين أكبر مما كانت عليه في عصر العزلة الريفية.

كان الزواج بين الأقارب مايزال شائعا في مطلع هذا القرن في أجزاء من أوروبا. ففي الجزر العولسية، بعيدا عن شاطىء إيطاليا، كان ربع الزيجات يتم في العشرينات بين أقارب الدرجتين الأولى والثانية. ولكن هذا الرقم انخفض إلى 50/1 (وهو اليوم في إيطاليا عموما أدنى من 100/1). وكان التزاوج الخارجي عند البريطانيين أكبر منه في معظم أنحاء أوروبا، ولكن يمكن أيضا ملاحظة تأثيراته في النقص المحسوس للتزاوج الداخلي منذ العهد الفيكتوري.

ولكن الصورة في أمكنة أخرى ليست بمثل هذه البساطة. فبعض المجتمعات غير الأوروبية تشجع الزيجات بين الأقارب لأسباب اقتصادية، وما زالت شائعة في القرى الهندية، حيث يمكن أن تعقد نصف الزيجات بين أبناء الأعمام والعمات والأخوال والخالات. ومعدل وقوعات الزواج بين أقرباء الدرجة الأولى من المهاجرين الباكستانيين إلى بريطانيا، في الواقع، أكبر منه في وطنهم الأم، ربما بسبب العزلة الاجتماعية. إن مايقرب من نصف الباكستانيين البريطانيين في عمر الإنجاب يتزوجون من قريب، أي أن معدل الزواج بالأقرباء–وبالتالي معدل المرض الخلقي–أعلى مما هو عليه بين آبائهم. وأي تحرك باتجاه مزيد من الدمج وتقليص الزواج بين الأقارب في الجيل التالي سيمارس تأثيرا ملحوظا على الصحة الوراثية.

هناك طريقة لتوضيح التبدلات في نمط الإنسال تقضي باستخدام مقياس فج لكنه فعال لمعرفة مدى القرابة التي كلنت تربط بين أجدادنا. وكل مايحتاجه المرء هو معرفة مدى البعد بين أماكن ولادتهم. فإذا كانوا جاؤوا من القرية نفسها، فقد يكونون فعلا أقرباء، ولكن إذا كانوا ولدوا متباعدين آلاف الأميال، فإن قرابتهم تكون أقل احتمالا. المسافة، بالنسبة لكل من يقرأ هذا الكتاب تقريبا، بين المكان الذي هو فيه والمكان الذي ولد فيه شريكه أكبر من المسافة التي تفصل بين أمكنة ولادة آبائهم. ومما لاشك فيه أن أمكنة ولادة آباء وأمهات اليوم بدورهم متباعدة أكثر مما كانت

عليه أمكنة ولادة آبائهم. كانت المسافة في أكسفورد القرن التاسع عشر بين أمكنة ولادة شركاء الزواج أقل من عشرة أميال، ولكنها اليوم أكثر من خمسين ميلا. أما في الولايات المتحدة، فتصل هذه المسافة إلى عدة مئات من الأميال، حيث لايرتبط معظم الأزواج الأمريكيين بأية قرابة. ويظهر من كل هذا مدى السرعة التي بها بدأ سكان العالم يختلطون مع بعضهم بعضا.

وسوف يمضي وقت طويل قبل أن تكتمل عملية التمازج. ويقدر بعضهم أن تستغرق تسوية الاختلافات الوراثية بين انكلترا واسكتلندا خمسمئة سنة-وربما أكثر من ذلك للتخلص من تناقضاتهما الثقافية. لاشك في أن زيادة الانتقال تمارس تأثيرا بيولوجيا، حتى وإن كان التجانس العالمي بعيدا. ومن الآن فصاعدا، سوف لايكون هناك عدد كبير من الأطفال الذين يولدون وهم يحملون نسختين معيبتين بسبب قرابة آبائهم. ولنفكر في التزاوج بين عبد أفريقي ومالكه الأبيض في القرن التاسع عشر! كانت الفرصة مهيأة لكل منهما أن يحمل نسخة واحدة من جينة ما معيبة. وكانت الجينة المعطوبة الأكثر شيوعا عند البيض هي جينة التليف الكيسي، وعند السود جينة فقر الدم المنجلي. ولكن إذا ورث طفل ما نسختين من أي من هاتين الجينتين فإنه سيعاني من مرض خلقي. وبما أن التليف الكيسي غير معروف عند الأفارقة ولا الخلية المنجلية عند البيض، فإن الطفل الناتج من زواج أسود-أبيض كان آمنا من كلا المرضين.

قد يكون هذا التاثير شديدا. فهناك في كثير من المجتمعات في العالم الحديث جماعات مهاجرة بدأت الآن تندمج مع الناس. ولنتخيل أن 10% من سكان بريطانيا كانوا هاجروا من غرب أفريقيا (حيث يحمل 15% تقريبا جينة فقر الدم المنجلي) وتزوجوا بحرية من السكان المحليين، فماذا يحدث؟ سوف يرتفع عدد حملة الخلية المنجلية في المزيج الجديد للسكان البريطانيين بمقدار سبعة أضعاف. ولكن معدل وقوع الداء المنجلي-الذي يحتاج إلى نسختين من الجينةالمعطوبة، واحدة من كل والد-سيتقلص بنسبة 90% مقارنة بالحالة السابقة لدى المجموعتين اللتين تمت دراستهما معا. يحدث هذا لأن كثيرا من الأطفال سيولدون لآباء من شعبين مختلفين، أحدهما-الشريك البريطاني الأصلي-لايحمل جينة الخلايا المنجلية. وسيخضع إلى هذا التاثير أيضا المرض البريطاني المحلي، التليف الكيسي، حيث سينخفض معدل وقوعه بنسبة السدس تقريبا. ومع أن هذا النموذج للتمازج العرقي مبسط جدا، لكنه ليس منافيا للعقل كليا. ففي بريطانيا اليوم، هناك زواج واحد تقريبا بين كل ثلاثين زواجا يعقد بين أشخاص ليسوا من أصل أوروبي؛ ولكن ثلث هذه الزيجات تعقد بين

أشخاص غير بريطانيين وآخرين كان أجدادهم ولدوا في الجزر البريطانية. تظهر جينات الأمريكيين السود أنه حدث تزاوج بين الأمريكيين من أصل أفريقي وأوروبي (انظر ص 22) على مدى عدة مئات من السنين. ومما لاشك فيه، أن هذا التزاوج عمل على تحسين الصحة الوراثية عند ذريتهم.

يمكن لهذا التغيير في أنماط التزاوج أن يكون مؤشرا على بداية عصر جديد من الصحة الوراثية. فزيادة التزاوج الخارجي يعني حتما أن نسخة سوية ستشارك الجينات الصاغرة مما يحجب تأثيرها. ويكفي هذا لإعاقة الجهود التي يبذلها العلماء في سبيل تحسين الصحة الوراثية.

سيحقق التمازج الحديث لسكان العالم توازنا جديدا يوما ما. وستعود إلى الظهور الجينات الصاغرة المتوارية عند خلائف الزيجات المختلطة. ولكن هذا سيستغرق آلاف السنين، مع ذلك، هناك ظل من الشك حول أن اختراع الدراجة هو الحدث الأكثر أهمية في التطور الإنساني الحديث. ستتأثر أنماط التزاوج والمستقبل الوراثي أيضا بالمعدلات المختلفة، إلى حد مثير، للنمو السكاني في مختلف أنحاء العالم. فقد كان الانفجار السكاني هو الحقيقة التطورية الساحقة خلال القرون الثلاثة الماضية. وعندما وصل المهاجرون الأوائل* إلى أمريكا، كان عدد سكان العالم يناهز ضعف ما كان عليه يوم أول ميلاد. ومنذ ذلك الحين، راحوا يتزايدون بسرعة مذهلة. والتغيير التطوري، في العالم الحي ككل، عملية بطيئة أكثر من عملية التبدلات في التوزع الجغرافي وفي الوفرة. ويتعرض كثير من التجمعات السكانية–ومعظم النوع–إلى الانقراض قبل أن تتاح لها فرصة التفاعل مع التحدي البيئي. فالتهديد بوقوع كارثة نتيجة للتزايد السكاني يعني أن كافة التخمينات حول المستقبل الوراثي غير سديدة.

هناك دائما تأخر بين التحسن في الرعاية الصحية–وما ينتج عنها من زيادة في حجم السكان–والنقص في عدد الأطفال الذين يختار الآباء إنجابهم. وهذا التأخير يوضح النمو الانفجاري الحالي في عدد سكان العالم، الذي تضاعف منذ عام 1950 إلى مستواه الحالي (خمسة آلاف مليونا). وتنبأت الأمم المتحدة أن هذا الرقم سيتضاعف من جديد بحلول عام 2050 وسيرتفع إلى ثلاثة عشر ألف مليون عند

---

* – هم المهاجرون الإنكليز الذين وصلوا إلى أمريكا عام 1620 وأنشأوا أول مستعمرة في نيوإنغلند– المترجم

نهاية القرن التالي. ومعدل الزيادة هذا يعادل إضافة عدد سكان بلد بحجم المكسيك كل عام.

هناك اختلافات كبيرة في الطريقة التي غيرت فيها مختلف البلدان نمط التوالد فيها. فقد تحول الغرب إلى طريقة جديدة في الحياة قبل العالم الثالث. يعني هذا أن النمو السكاني اليوم أكثر سرعة في بعض أنحاء العالم، كما في أفريقيا، من أي مكان آخر. وتقدر الأمم المتحدة أن أكثر من 90% من الزيادة في سكان العالم سوف تكون في هذه المناطق. وسيكون النمو سريعا في أفريقيا بشكل خاص، مع أنها تظهر هبوطا في معدل الولادات. وقد تناقص عدد الأطفال بالنسبة للمرأة الواحدة في شرق آسيا من 6.1 إلى 2.7 بين عامي 1960 و 1990؛ مقابل 6.6 و6.2 في افريقيا للفترة نفسها. ويقدر بعضهم أن ثلث سكان العالم سيكونون من أصل أفريقي بحلول عام 2050. ولكن المخاوف الشائعة حول التأثيرات الوبائية لمرض الإيدز تطرح ظلا من الشك حول هذا التقدير.

مما لاشك فيه أن بعض الجماعات السكانية ستواصل نموها على نحو أسرع من جماعات أخرى. وبما أن الجماعات المعنية متميزة وراثيا-الأفارقة مثلا يحملون جينات فريدة لمقاومة المرض وهم، بصورة عامة، أكثر تنوعا-فإن هذا، بحد ذاته، يمثل تغييرا تطوريا. في الماضي كان النمو السكاني الذي يحدث بعد تحول اقتصادي (كما حدث بعد الثورة الزراعية) يؤدي إلى الهجرة. وعلى الرغم من وجود حواجز سياسية في العالم الحديث ضد حركة الشعوب، إلا أن تلك الحواجز لايحتمل أن تصمد طويلا. وعندئذ، ربما تصبح يوطوبيات المستقبل سوداء بصورة رئيسية.

على الرغم من ذلك، يبدو أن معظم التحولات الاجتماعية تتآمر على تعويق التطور الإنساني. وقد فقدت الطفرة، والاصطفاء والتحول العشوائي، خلال القرون القليلة الماضية، بعضا من فعاليتها. كل هذا يعني أن علم الحياة المستقبلي لن يختلف كثيرا عما كان عليه في الماضي. حتى إن التقدم الاقتصادي والترقي الطبي قد يعنيان أن الإنسان أصبح تقريبا في نهاية طريقه التطوري، أي أننا أصبحنا قريبين من يوطوبيانا البيولوجية، كما كنا نتوقع دائما. ومن حسن الحظ أنه مامن أحد سيقرأ هذا الكتاب ويحاول أن يتأكد من أنني على صواب فيما قلته.

هذا الكتاب

ستيف جونز، أستاذ علم الوراثة ومدير مختبر غالتون في إحدى جامعات لندن، حساس للقضايا الاجتماعية التي يطرحها علم الوراثة إلى حد تجاوز فيه اهتمامه بالقضايا الاجتماعية المعاصرة إلى ماضي الإنسان، إلى ما يمكن، وما لايمكن، لعلم الوراثة أن يقوله لنا حول نشوئنا وأساليب تطورنا من الناحية الاجتماعية. وهو يمزج في كتابه معرفة واسعة بعلم الأحياء مع دراسات تاريخية، ثقافية وسكانية ولغوية.

ويقدم لنا هذه الدراسة التي لا يمكن اعتبارها نبوءة بقدر ما هي محاولة لكشف الغموض الذي يحيط بعلم الوراثة.. إنها محاولة لإدخال علم الوراثة ونظرية النشوء إلى الميدان العام. فإذا تساءلت يوماً حول ماذا تدور الهندسة الوراثية، فإنك ستجد في هذا الكتاب ما تبحث عنه. وقلة هم من يتمتعون بمقدرة، كمقدرة ستيف جونز، تؤهلهم لنقل فكرة عويصة بمثل هذه الدعابة، والوضوح، والدقة والسلاسة.

علي مولا